Ökologie, Floristik, Phytosoziologie und Altersstruktur von Industriewäldern des Ruhrgebietes

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
an der Fakultät XVII Geowissenschaften
der Ruhr-Universität Bochum

vorgelegt von

Dipl.-Geogr.
Peter Gausmann
geb. in Castrop-Rauxel

angefertigt unter Betreuung von
Prof. Dr. Thomas Schmitt
Prof. Dr. Henning E. Haeupler

Bochum, im Januar 2012

Unsere Aufgabe als Biosoziologen ist es, die Gesetze des Zusammenlebens der Organismen zu erforschen, die Zeichen erster oder schwerer Störungen zu erkennen, die Menschen darüber aufzuklären und mit aller unserer Kraft gegen die Ursachen vorzugehen.

REINHOLD TÜXEN

Inhalt Seite

Tabellenverzeichnis **Seite**

Tabellenverzeichnis **Seite**

Verzeichnis der Vegetationstabellen **Seite**

Abbildungsverzeichnis **Seite**

Abbildungsverzeichnis **Seite**

Abbildungsverzeichnis **Seite**

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Thomas Schmitt (Bochum) danke ich für die Überlassung des Themas, für wichtige Literaturhinweise, Informationen zu geeigneten Untersuchungsflächen im Raum Bochum, kritischen Anmerkungen und Anregungen zum Text sowie die langjährige Betreuung. Ebenfalls zu großem Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. Henning E. Haeupler (Bochum) für seine kritischen Anmerkungen zu den Manuskriptrohfassungen, für seinen Dialog und Erfahrungsschatz im Bezug auf pflanzensoziologische Fragestellungen und für die fortwährende Betreuung im Verlaufe dieser Arbeit.

Herr Dipl.-Geogr. Ingo Hetzel (Herten) sowie Herr Dr. Armin Jagel (Bochum) gaben wichtige Hinweise zu geeigneten Untersuchungsflächen im mittleren Ruhrgebiet (Herten, Bochum). Ihnen möchte ich hierfür ebenfalls recht herzlich danken.

Wertvolle historische Informationen zur ehemaligen Flächennutzung und Industriegeschichte stillgelegter Zechen- und Kokereianlagen aus den Städten Herne und Bochum im mittleren Ruhrgebiet lieferte Herr Dipl.-Kauf. OSTR a. D. Jürgen Gausmann (Bad Sassendorf). Ihm gebührt dafür mein herzlichster Dank.

Ebenfalls wichtige Hinweise auf geeignete Untersuchungsflächen im westlichen Ruhrgebiet (Oberhausen, Duisburg) gab Herr Dr. Peter Keil (Mülheim an der Ruhr), dem ich ebenfalls für seine anregenden Diskussionen zum Thema und bezüglich der Vegetationstabellen zu Dank verpflichtet bin. Herrn Dr. H. Wilfried Bennert (Ennepetal) schulde ich dank für Hinweise und Zugang zu wichtiger und unzugänglicher Literatur zum Thema. Herrn Prof. Dr. Ronnie Viane (Gent, Belgien) danke ich recht herzlich für die zytologische Beprobung der Einzelpflanze von *Dryopteris borreri*.

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Dr. Götz Heinrich Loos (Kamen) für seine unermüdliche Diskussionsbereitschaft sowie die Bestimmung zahlreicher Belege kritischer Sippen (vor allem *Rubus*-Sippen und Kryptogamen) und seltener verwilderter Zierpflanzen.

Abschließend gebührt mein ganz besonderer Dank meiner Familie, die mich während dieser Arbeit in jeder denkbaren Form unterstützt hat.

Dortmund, im Januar 2012

1 Einführung in die Problematik

Das Ruhrgebiet stellte nicht nur einst die bedeutendste deutsche Industrieregion dar, sondern zählte zu den größten industriellen Ballungsräumen in globaler Sicht und war bis Ende der 1970er Jahre weitgehend von der Montan- und Schwerindustrie (Kohle-, Eisen- und Stahlindustrie) geprägt (GLÄßER & al. 1997). Die Steinkohlenkrise Ende der 1950er Jahre und die Stahlkrise Mitte der 1970er Jahre hatten eine Reihe von Bergwerks- und Stahlwerksschließungen zur Folge und waren sichtbare Signale für den notwendig gewordenen Strukturwandel. Dieser hat im Ruhrgebiet neben demographischen und ökonomischen mittlerweile auch ökologische Dimensionen erreicht (HOPPE 2010). Seit dem Niedergang der Montan- und Schwerindustrie nach annähernd anderthalb Jahrhunderte langer industrieller Tätigkeit sind im Ruhrgebiet große Flächen brach gefallen, sogenannte Restflächen, auf denen keine industrielle Nutzung mehr stattfindet. Nach einer Schätzung des damaligen Kommunalverbandes Ruhr (KVR; heute Regionalverband Ruhr) gab es Mitte der 1980er Jahre etwa 6.000 ha Industriebrachen im Ruhrgebiet (REISS-SCHMIDT 1988), jüngere Schätzungen zur Flächenbilanz von Industriebrachflächen im Ruhrgebiet gehen von 8.000 ha (TARA & ZIMMERMANN 1997) oder sogar von 10.000 ha (WEISS 2003a; HAEUPLER 2008) derzeit ungenutzter Brachflächen aus, auf denen keine industriellen oder gewerblichen Aktivitäten mehr stattfinden. Dieses Charakteristikum des Ruhrgebietes, welches somit einen der größten altindustriellen Räume in Europa darstellt, birgt ebenso Risiken und Probleme als auch Chancen und Potentiale. Hervorgerufen durch diese Restflächenproblematik ist das Ruhrgebiet Teil von dynamischen ökonomischen und ökologischen Entwicklungen, die in der Region immer deutlicher in den Vordergrund rücken.

Bei der Bereitstellung eines solch enormen Freiraumpotentials stellt der Mangel an öffentlichen Finanzmitteln für Altlastenbeseitigung, Aufbereitung und Erschließung ein grundlegendes Problem dar (REBELE & DETTMAR 1996). Kommunen, Behörden und Städteplaner, die versuchen, solche Flächen wieder zu "recyceln" bzw. zu reaktivieren und in eine neue Nutzung zu überführen, sehen sich daher einer Vielzahl von Optionen gegenübergestellt. Dabei ist die Renaturierung, d. h. die Überführung in einen naturnäheren Zustand, nur eine von vielen Möglichkeiten. Bezüglich des Flächenmanagements industrieller Brachflächen ist die Renaturierung eine mögliche Handlungsoption neben der Revitalisierung, also der wirtschaftlichen Wiedernutzung der Flächen (SCHÜLER 2008). Das Flächenrecycling von Brachflächen im Ruhrgebiet stellt auch heute noch eine Herausforderung für Städteplaner und Wirtschaftsförderer dar (vgl. FRANZ & NATHANIAL 2005; WEHLING 2006). Da jedoch

nicht alle Brachflächen wegen der enormen Flächengröße, der oft ungünstigen, entwicklungshemmenden innerstädtischen Lage oder der mangelnden wirtschaftlichen Nachfrage in neue Gewerbe- oder Industriegebiete umgewandelt werden können, stellt die Freiraumentwicklung durch Brachensukzession eine mögliche Option der Flächenentwicklung postindustrieller Brachflächen dar (WEISS 2003b).

Da die industriellen Anlagen der Montanindustrie teilweise schon in der Mitte des 19. Jh. errichtet wurden, waren sie oftmals Keimzellen für das weitere Wachstum der Städte, die in den angrenzenden Bereichen flächig nach außen wuchsen. Diese heutige innerstädtische Lage bereitet aus städteplanerischer Sicht oftmals Probleme, da nach gängigem Planungsrecht diese Flächen nicht ohne weiteres als Gewerbegebiete ausgewiesen werden dürfen und somit nicht für eine Revitalisierung zur Verfügung stehen. In einigen Städten des Ruhrgebietes besaß die Montanindustrie bis zu 30 % der Fläche einer Stadt. Damit konnte die Stadtentwicklung massiv blockiert werden. Zudem befürchtete man Regressforderungen von Folgenutzern der Flächen, da diese oftmals Altlasten aufwiesen oder aber direkt durch Bergsenkung gefährdet waren, was für die potentiellen Folgenutzer mit nicht abschätzbaren Kosten für eine Inwertsetzung der Brachflächen verbunden gewesen wäre. Die Flächen dienten aber auch der Sicherung eigener Expansionsflächen der Montanindustrie bei günstiger Konjunkturlage (LESER 2005). Die von der Montanindustrie auferlegte Bodensperre auf den Restflächen des Ruhrkohlenbergbaus, welche eine Nachnutzung oder Umnutzung dieser Flächen verhindern sollte, blockierte die rasche Umnutzung der durch die Stilllegung der Förder- und Produktionsstätten angefallenen Freiflächen (HOTTES & PIEL 1988), was wiederum eine ungestörte Sukzessionsentwicklung auf diesen Flächen begünstigte.

Somit waren die Rahmenbedingungen für eine langfristige Vegetationsentwicklung auf einer Vielzahl von Industriebrachflächen im Ruhrgebiet gegeben, welche sich zum heutigen Zeitpunkt schon in beträchtlichem Maße wieder bewaldet haben. Ältere Beobachtungen und Untersuchungen zum pflanzlichen Bewuchs der Bergehalden des Ruhrgebietes (UNGEWITTER 1954; SIEDLUNGSVERBAND RUHRKOHLENBEZIRK 1968) stellten eine entwicklungshemmende Wirkung dieser Extremstandorte für die spontanen und kultivierten Pflanzen fest. Die öffentliche Meinung zum Thema Industriebrachen und Bergehalden polarisierte dabei zunächst stark: für die Einen waren es "vergiftete Wüsten", für die Anderen "lebendige Oasen" inmitten der Stadt (DETTMAR 1991). In den letzten 200 Jahren haben sich Botaniker überwiegend mit naturnahen bis halbnatürlichen Lebensräumen wie Wäldern, Wiesen und

Weiden, Äckern und Gewässern beschäftigt, die Fokussierung auf den Siedlungsbereich ist ein relativ junges Phänomen der letzten Jahrzehnte (KEIL & VOM BERG 2003). Vor allem während der letzten 20 Jahre wurden durch die ökologische Erforschung industrieller Brachflächen im Ruhrgebiet und anderen Industrieregionen Schlagworte wie "Industrienatur", "Natur aus zweiter Hand", "Naturschutz auf Zeit" oder auch "industrietypische Flora und Vegetation" geprägt. Für Ökologen wie auch Stadtbotaniker im Ruhrgebiet war die Zunahme an Brachflächen aus der Montanindustrie wohl eines der bedeutendsten ökologischen Ereignisse in den Städten. Die ersten floristischen und vegetationskundlichen Untersuchungen industrieller Brachflächen im Ruhrgebiet begannen in den 1930er Jahren (STEUSLOFF 1938; HANF 1939) sowie kurz nach Beginn des Niedergangs der Montan- und Schwerindustrie (KOLL 1962; ANTOCH 1963; ZEITZ 1965). In der Folgezeit erfolgte simultan mit dem fortschreitenden Brachfallen großer Industrieareale aus Kohle- und Stahlindustrie eine intensive floristische und vegetationskundliche Erforschung der industrietypischen Flora und Vegetation, deren Besonderheit im Ruhrgebiet oftmals explizit herausgestellt wurde. Speziell aus dem Ruhrgebiet stammen grundlegende Arbeiten unter anderem von REIDL (1989), HURTIENNE (1990), DETTMAR (1992a u. 1992b), JOCHIMSEN (1991a u. 1991b), JOCHIMSEN & al. (1995) sowie KEIL & LOOS (2004a).

Ein Großteil der industriellen Brachflächen befindet sich heute noch im Besitz der Montanindustrie wie der Deutschen Steinkohle AG (DSK) oder Großunternehmen wie der ThyssenKrupp AG, oder aber die Flächen gingen zur weiteren Entwicklung in den Besitz von NRW.Urban (vormals Landesentwicklungsgesellschaft NRW) über und sind damit Teil des Grundstücksfonds NRW. Mit der aufkommenden Frage nach der weiteren Entwicklung der entstandenen Restflächen wurde als letztes Projekt der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscherpark im Jahre 1995 ein Versuch gestartet, solche Flächen auch im Zuge einer ökologischen Langzeituntersuchung (Monitoring) zu beobachten (WEISS 2003a). Im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet", welches aktuell vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW betreut wird, werden im Rahmen einer ökologischen Begleitforschung auf sechs ausgewählten Daueruntersuchungsflächen vegetationskundliche, bodenkundliche und bodenfaunistische sowie waldstrukturelle Untersuchungen durchgeführt. Die so gewonnenen Daten sollen Informationen bezüglich Zeitdauer und Verlauf der Sukzession liefern, dies jedoch nicht repräsentativ, um allgemeingültige Aussagen zu treffen, sondern um Szenarien zu entwickeln, wie und in welchen Zeiträumen Sukzession auf solchen Restflächen ablaufen

kann (WEISS 2003b). Eines der Ziele dieser Sukzessionsforschung ist dabei auch zu beobachten, welche Art von Wäldern und Biozönosen sich im Verlauf der Sukzession entwickeln, welche Baumarten sich dabei durchsetzen und was für Qualitäten solche neu entstandenen Lebensräume und Lebensgemeinschaften haben, oder ob es zur Angleichung an bereits bekannte Ökosysteme kommt (HAEUPLER & al. 2003a; WEISS 2003b). Es handelt sich also um ein prozessbezogenes Projekt, bei dem die natürliche Eroberung von ehemaligen Bergbau- und Industrieflächen durch Wald im Vordergrund steht. Das gesamte Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" umfasst heute siebzehn Waldflächen (s. Tab. 1) mit einer Gesamtfläche von 236 ha (LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NRW 2010).

Tab. 1: Flächenübersicht zum Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" (Quelle: LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NRW 2010)

Name	**Ort**	**Flächengröße**
Zeche Zollverein I, II, VIII, XII und Kokerei	Essen	32,00 ha
Matthias Stinnes	Essen	3,00 ha
Zeche Alma	Gelsenkirchen	25,23 ha
Chemische Schalke	Gelsenkirchen	2,80 ha
Zeche Rheinelbe	Gelsenkirchen	36,46 ha
Zeche Graf Bismarck	Gelsenkirchen	21,03 ha
Dahlbusch-Halde	Gelsenkirchen	6,60 ha
Zeche Constantin X	Bochum / Herne	8,00 ha
General Blumenthal	Herne	8,90 ha
König Ludwig I/II	Recklinghausen	4,89 ha
Südl. König Ludwig	Recklinghausen	10,30 ha
Zeche Viktor III/IV	Castrop-Rauxel	15,34 ha
Kokerei Hansa	Dortmund	1,25 ha
Hafen Minister Achenbach	Dortmund	5,00 ha
Zeche Emscher-Lippe III/IV	Datteln	12,79 ha
Zeche Waltrop	Waltrop	18,55 ha
Ewald-Fortsetzung	Oer-Erkenschwick	24,50 ha
∑ 17		**∑ 236, 64 ha**

Zweck des Projektes ist es, Industriebrachen im Emscher-Landschaftspark aufzufangen, durch natürliche Sukzession zu bewalden, sie dadurch als Lebensräume für Pflanzen und Tiere ökologisch aufzuwerten und gezielt den Menschen als Naturerlebnis- und Naturerfahrungsräume, Orte der Umweltbildung und wohnortnahen Erholung zu öffnen (BÖRTH 2008). Auf ausgewählten Industriebrachflächen soll im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" durch eine hohe Sukzessionstoleranz bei nur minimaler Planung und räumlich eng begrenzter kostenextensiver Pflege und Unterhaltung der Charakter und die Vielfalt der zum Teil seit langem nicht mehr genutzten Flächen erhalten und diese behutsam zu Wald entwickelt

werden (WEISS & al. 2005; WEISS 2007). Das Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" ist also ein laufendes Projekt zur Waldvermehrung in Nordrhein-Westfalen, speziell im an Waldflächen armen Ruhrgebiet (LANUV 2009). Dabei sollen diese jungen Industriewälder sowohl als Rückzugsraum für Tiere und Pflanzen als auch der Erschließung preiswerter Naherholungsgebiete in Innenstadtnähe dienen. Ergebnisse aus den ersten Untersuchungsjahren des Projektes zeigen, dass es zu einer biologischen Regeneration der Industriebrachen kommt und die ungestörte Naturentwicklung einen wichtigen Beitrag für die Biodiversität im Ballungsraum Ruhrgebiet leistet (WEISS 2003c; WEISS & al. 2005; GAUSMANN 2007). Industriewälder sind heutzutage ein wichtiger ökologischer Bestandteil im Emscher-Landschaftspark und nehmen wichtige ökologische und soziale Funktionen im Ballungsraum Ruhrgebiet ein. So können Industriewälder im Ruhrgebiet beispielsweise der Freiraumvernetzung in Form von Wanderkorridoren als Teil eines größeren Biotopverbundes dienen.

Die sozialen, teilweise auch die ökonomischen Anforderungen an diese jungen, in den letzten Jahrzehnten entstandenen Industriewälder sind hoch und reichen von Freiraumfunktionen als potentielle Naherholungsgebiete über Frischluftproduktion im innerstädtischen Bereich bis hin zur Holzproduktion für Biomassenheizwerke. Industriewald soll also auch dazu dienen, die Lebensbedingungen und die Lebensqualität für den Menschen sowie für Flora und Fauna in der Metropolregion Ruhrgebiet zu verbessern (HÜBSCHEN 2009). HAEUPLER (2008) betont den Umstand, dass die Industriewälder im Ruhrgebiet alleine wegen ihrer Flächengröße für die Region von Bedeutung sind. Zusätzlich wird das Angebot der vorhandenen Altwälder im Ruhrgebiet durch die jungen Industriewälder bereichert und ergänzt (LOHRBERG & TIMPE 2005). "Neue Wälder nach alten Industrien" wurde zum Slogan der städteplanerischen Landschaftsgestaltung (EFUF 2007). Vor den Resten der auf einigen Industriebrachflächen noch vorhandenen Industriearchitektur vermitteln solche jung aufgewachsenen Industriewälder zunächst oftmals einen fragilen Eindruck und stehen in starkem Kontrast zu den ehemaligen Produktionsstätten (KEIL & OTTO 2008). Der Reiz der Industrienatur erschließt sich dem Beobachter oftmals erst nach mehrfacher Betrachtung und intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik, so dass GANSER (1999) in diesem Zusammenhang auch von "Liebe auf den zweiten Blick" spricht.

Diese neu entstandenen Industriewälder sind mittlerweile Gegenstand stadt- und landschaftsökologischer Forschung, auch wenn ihnen in stadtökologischen Projekten eine eher untergeordnete Beachtung geschenkt wird (DOHLEN & SCHMITT 2003). Auch bei der floristisch-vegetationskundlichen Untersuchung spontaner städtischer Vegetation steht die

Vegetation der siedlungsspezifischen Gebüsche und Vorwaldbestände – von wenigen Ausnahmen abgesehen – konsequent im Hintergrund (DIESIG & GÖDDE 1989). Die Gründe hierfür liegen unter anderem darin, dass ruderale Gehölz-Gesellschaften nicht als siedlungstypisch verstanden werden, da sie in Dörfern oder mittelgroßen Städten zurücktreten oder sogar gänzlich fehlen. Nach DIESING & GÖDDE (1989) zählen solche ruderalen Gehölz-Gesellschaften jedoch zum festen Inventar jeder größeren Stadt, so dass sie allein aus diesem Grunde bei der Untersuchung städtischer Vegetation nicht vernachlässigt werden sollten. Aus diesen Gründen blieb bislang eine umfassende pflanzensoziologische Bearbeitung dieser Gebüsch- und Vorwaldbestände, welche als Planungsgrundlage für Raumplanung und Naturschutz dienen kann, auf Grund ihrer oftmals sehr ausgeprägten floristischen Heterogenität aus, auch wenn der Kenntnisstand über urbane und urban-industrielle Gehölzvegetation in den letzten 25 Jahren enorm gewachsen ist (vgl. KUNICK 1985 u. 1990; DIESING & GÖDDE 1989; SUKOPP 1990; REBELE & DETTMAR 1996; KEIL & LOOS 2005a; KOWARIK 2005; GAUSMANN 2006 u. 2007; GAUSMANN & al. 2007a).

Schon früh hatte der damalige Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk (SVR) damit begonnen, die Bergehalden des Steinkohlebergbaus im Ruhrgebiet durch gezielte Aufforstungen besser in das Landschaftsbild zu integrieren (SIEDLUNGSVERBAND RUHRKOHLENBEZIRK 1968). Die Ausfälle der gepflanzten und oftmals gebietsfremden Gehölze war jedoch mit bis zu 80 % hoch, da sie nicht an die extremen Standortsverhältnisse wie wasserdurchlässiges Material, eine daraus resultierende Trockenheit und Erosionserscheinungen durch die hohe Reliefenergie, durch welche Bergehalden gekennzeichnet sind, angepasst waren (JOCHIMSEN 1992). Daraus ergibt sich für die Sukzessionsforschung auch ein wichtiger angewandter Ansatz, nämlich derjenige, welche Vegetation auf Restflächen der Montanindustrie am besten angepasst ist und sich damit am idealsten für die Begrünung und Einbindung von Halden in das Landschaftsbild eignet, auch wenn der Steinkohlebergbau heutzutage für die Ruhrregion immer mehr an Bedeutung verliert, im Rückzug begriffen ist und dadurch Bergehalden nur noch in begrenztem Umfang anfallen. Es existieren bislang nur wenige Beispiele für die natürliche Waldentwicklung auf Bergehalden des Ruhrgebietes (Untersuchungen dazu vor allem bei HURTIENNE 1990), da diese meist künstlich aufgeforstet bzw. begrünt wurden. Der in den letzten 20 Jahren entstandene, große Interessenskonflikt zwischen der künstlichen Begrünung und der Duldung der spontan aufwachsenden Gehölzvegetation auf den Bergehalden begründet sich auf der mittlerweile gewachsenen Erkenntnis, dass ein beträchtlicher Anteil der aufgeforsteten Gehölze durch standortbedingte Ausfälle gekenn-

zeichnet sind (vgl. KONOPKA 2002), die natürliche Sukzession jedoch erst nach Zeiträumen von mehreren Jahren bis Jahrzehnten zu dem von Landschaftsplanern gewünschten Ergebnis in Form einer geschlossenen Vegetationsdecke führt. Aus diesen Erkenntnissen resultiert unter anderem der Vorschlag von JOCHIMSEN & al. (1995), das Konzept der beschleunigten Sukzession zu verfolgen. Hierbei wird eine Ansaatmischung aus einheimischen Ruderalarten ausgebracht, da die Ruderalflora besser an die extremen Standortsverhältnisse angepasst ist als gebietsfremde Holzgewächse, um dadurch den pflanzlichen Bewuchs durch Initialansaaten schneller voran zu bringen (JOCHIMSEN 1992). Über Effektivität, Zweckmäßigkeit, Natürlichkeit und Ästhetik der künstlichen Haldenbegrünung ist in der Landschaftsplanung vielfach sehr kontrovers diskutiert worden (vgl. WIGGERING & KERTH 1991).

Die an der Untersuchung der Industriewälder beteiligten Institutionen (Ruhr-Universität Bochum, Technische Universität Berlin, Landesanstalt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz) sind sich in dem Punkt einig, dass sie hinsichtlich vieler Aspekte wichtige ökologische und soziale Funktionen einnehmen. So wirken sie sich günstig auf die meso- und makroklimatischen Verhältnisse aus. Stadtnahe Wälder können nämlich als Frischluftquellen fungieren, indem sie über Flurwindsysteme Kühle in die Stadt hineintragen und so positive Effekte auf das Stadtklima bewirken (HÄCKEL 1993). Als "grüne Lunge" filtern sie Schadstoffe und Stäube aus der Luft und wirken lärmreduzierend (DOHLEN & SCHMITT 2003). Gleichzeitig binden sie durch Assimilation das klimarelevante Treibhausgas CO_2 im Holz, wobei die so produzierte Biomasse als alternative Energiequelle für Biomassen-Heizwerke genutzt werden kann, entsprechend der Bonität des Holzes (SCHERZINGER 1996). Auch Sozialfunktionen des Waldes in Form von Schutz- und Erholungsfunktion gehören zu den Anforderungen an urban-industrielle Wälder (KEIL 2002). Auf der vom Regionalverband Ruhr initialisierten und mittlerweile gut bekannten "Route der Industrienatur", wo diese Wälder der Bevölkerung Raum für die Naherholung im Grünflächen armen Ruhrgebiet bieten, soll der Bevölkerung diese "Natur aus zweiter Hand" näher gebracht werden, die Industrienatur dient als Erlebnis. Dadurch können Industriewälder den auf den in den Stadtaußenrändern befindlichen Waldgebieten lastenden Erholungsdruck abmindern. In der Umweltpädagogik haben diese Industriewälder als "grünes Klassenzimmer" die Funktion, den Schulklassen Informationen über das Ökosystem Wald zu vermitteln (DETTMAR 2005). So findet sich z. B. auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Rheinelbe in Gelsenkirchen-Ückendorf eine eigens zu diesem Zweck eingerichtete Forststation, wo ein ausgebildeter

Forstangestellter betreute Führungen für Schulklassen durchführt und damit beweist, dass Naturerleben im Ballungsraum also nicht zwangsläufig im Widerspruch stehen muss.

Zwar stellen auch die Industriewälder auf Grund ihrer häufig isolierten Lage im innerstädtischen Bereich Habitatisolate dar, jedoch bildet das Konzept der Regionalen Grünzüge gewissermaßen das Fundament eines zusammenhängenden Vegetationsnetzes (FEIGE & KRICKE 2002). Diese sieben im Ruhrgebiet in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Grünzüge, welche eine Vielzahl von Industriebrachen - und damit auch Industriewäldern - in ihrer Fläche vereinen, haben die wichtige ökologische Funktion, als Trittsteinbiotope bzw. Wanderkorridore innerhalb eines Biotopverbundes Lebensräume zu vernetzen und damit mobilen Arten vor allem aus der Fauna das Wandern zu ermöglichen und einen genetischen Austausch zwischen Populationen zu ermöglichen. Industriewald dient somit auch der Freiraumvernetzung (HÜBSCHEN 2009). Ferner dienen urbane und urban-industrielle Wälder der Flora und Fauna als Refugien für seltene und gefährdete Arten sowie als Ausbreitungszentren (DOHLEN & SCHMITT 2003). Mitunter können Industriebrachen sogar eine beträchtliche Anzahl seltener Arten beherbergen (REIDL 1995; REBELE & DETTMAR 1996; GAUSMANN & al. 2004; JAGEL & GAUSMANN 2010) und eine Ausweisung als Naturschutzgebiet erfahren (im Ruhrgebiet z. B. NSG Alma, NSG Pluto-Halde, NSG Holzplatz Bönen).

Berlin nimmt innerhalb der Bundesrepublik Deutschland eine Pionierstellung bezüglich der stadtökologischen Erforschung ein, was unter anderem in der historisch-politischen Situation und der isolierten Lage Berlins während der Zweiteilung Deutschlands begründet liegt. Im Gegensatz zum Ruhrgebiet fehlen im Stadtgebiet von Berlin die großflächigen Industriebrachen der Montan- und Schwerindustrie. Daher fokussierten sich die stadtökologischen Untersuchungen zur Sukzession auf Brachflächen vorwiegend auf die Brachflächen der Bahninfrastruktur (vgl. KUNICK 1974; REBELE & WERNER 1984; KOWARIK 1985 u. 1986; KOWARIK & LANGER 1994; SUKOPP & KUNICK 1976; SUKOPP 1990; BÖCKER 1998). Auch die Sukzession auf Trümmerflächen des im Zweiten Weltkrieg stark zerstörten Berlins war Gegenstand intensiver floristischer und vegetationskundlicher Untersuchungen (SCHOLZ 1960; KUNICK 1974; BLUME & al. 1978). Detaillierte Ergebnisse der Sukzessionsentwicklung speziell in Bergbaufolgelandschaften liegen aus dem östlichen Teil Deutschlands vor (vgl. DURKA & al. 1997; KLEINKNECHT 2001 u. 2002), allerdings handelt es sich hier um Restflächen aus dem Braunkohle-Tagebau im Gegensatz zum vom Steinkohlebergbau geprägten Ruhrgebiet. Nur wenige Daten zur Ökologie, Flora und Vegetation der Halden und

Brachflächen des Steinkohlebergbaus existieren aus dem saarländischen Steinkohlenrevier (BARTLING & STRAUSS 1987; SCHMITT 2004; LANGENBAHN 2004). Die Bergehalden des Saarlandes (z. B. Halde Ensdorf, Halde Lydia, Halde Luisenthal) sind ebenfalls wie die Halden des Ruhrgebietes größtenteils von Landschaftsarchitekten rekultiviert worden. Standorte, welche einer natürlichen Sukzessionsentwicklung unterlagen sind dort selten. Dies beruht auf der Tatsache, dass die spezifische Industrienatur im Saarland nicht als Besonderheit erkannt worden ist und dementsprechend nicht erfasst wurde (REBELE & DETTMAR 1996). Die Leitbilder der Landschaftsgestaltung im Saarland orientierten sich vielmehr an dem vorindustriellen Landschaftszustand, so dass die Chance zur Erhaltung der regionaltypischen Industrienatur vertan wurde. Im Regionalpark Saar, dem saarländischen Pendant zum Emscher-Landschaftspark, sind viele der insgesamt 83 Halden des Saarlandes mittlerweile in ein regionales Naherholungskonzept integriert worden.

Auch aus dem Aachener Steinkohlenrevier und von den dortigen Bergehalden gibt es bislang kaum floristisch-ökologische Daten. Abraumhalden und montanindustrielle Extremstandorte entstanden in Deutschland jedoch nicht nur durch den Steinkohlebergbau, auch die Förderung von Erzen führte zur Entstehung von Bergehalden. Solche Sekundärstandorte entstanden beispielsweise in Ostdeutschland durch den Uranabbau. Eingehende Untersuchungen zur Flora und Vegetation dieser Standorte stammen von SÄNGER (1993). Weitere Beispiele für durch Erzabbau entstandene Sekundärstandorte stammen aus Nordrhein-Westfalen zum Beispiel aus dem Aachener Raum sowie aus Ostwestfalen bei Blankenrode, wo die speziellen abiotischen Standortfaktoren dieser Extremstandorte eine speziell an die Schwermetallbelastung angepasste Flora entstehen ließen, die in Form der Metallophyten *Viola calaminaria* (Gelbes Galmei-Veilchen), *Viola guestphalica* (Westfälisches Galmei-Veilchen) und *Viola* ×*preywischiana* (= *V. guestphalica* × *V. arvensis*) sogar zur Entstehung endemischer Sippen führte (ERNST 1965; NAUENBURG 1987; BEINLICH & KÖBE 2007; LOOS & GAUSMANN 2010).

Auch die durch den Kaliabbau entstandenen Halden müssen als Bestandteil von Bergbaufolgelandschaften angesehen werden. Schwerpunkte der Kali-Industrie lagen in Mitteleuropa in Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Baden-Württemberg und im Elsass. Eingehende Untersuchungen zur insbesondere von Halophyten geprägten Flora und Vegetation der Rückstandshalden des Kalibergbaus stammen unter anderem von ELSEN (1997) sowie GARVE & GARVE (2000), die Problematik der Rekultivierung solcher durch den

Kaliabbau entstandenen Halden wurde explizit von BORCHARDT & PACALAJ (1994), LÜCKE (1997) und SCHMEISKY & al. (1993) thematisiert. Mittlerweile ist die hohe Bedeutung dieser Rückstandshalden des Kalibergbaus für den botanischen Artenschutz hinlänglich bekannt (BRANDES 2007).

Die Verbreitung der Steinkohlelagerstätten im nördlichen Mitteleuropa erstreckt sich als "Kohleband" entlang von England, Nordfrankreich (Nord-Pas Calais Kohlebecken), Belgien, Deutschland und Tschechien bis nach Oberschlesien in Polen. In Südosteuropa spielte der Abbau von Steinkohle in der Ukraine im Kohlenbezirk um Donezk eine bedeutende Rolle. Auch in diesen Regionen kam es zum intensiven Abbau der Steinkohlelagerstätten. Durch den Niedergang der Montanindustrie kam es dort zu kongruenten strukturellen Entwicklungen wie im Ruhrgebiet mit ähnlichen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Problemen. Von diesen vom Strukturwandel betroffenen Regionen stammen detaillierte wissenschaftliche Untersuchungen über die Flora auf altindustriell geprägten Standorten vor allem aus Oberschlesien (ROSTAŃSKI 1998a u. 1998b; ROSTAŃSKI & WOŹNIAK 2001; ROSTAŃSKI & TRUEMAN 2001; ROSTAŃSKI & ZHUKOV 2001). Der naturschutzfachliche Wert und hohe Strukturreichtum an Biotopen montanindustrieller Industriebrachflächen ist auch in England mittlerweile hinlänglich bekannt (vgl. DONCASTER BIODIVERSITY ACTION PARTNERSHIP 2007). Aus globaler Sicht sind industrielle Brachflächen und Halden des Steinkohlenbergbaus auch in den USA, Kolumbien, China, Indien und Südostaustralien weit verbreitet und stellen die dortigen Planungsinstitutionen vor neue Herausforderungen. Die ökologische und floristisch-vegetationskundliche Forschung zur dortigen Sukzession auf Halden und Brachflächen befindet sich gerade erst in den Anfängen. Erste Ergebnisse aus China stammen von GUO & al. (2010), aus Indien liegen Initialuntersuchungen zur Flora und Vegetation auf Abraumflächen des Steinkohlebergbaus von SARMA (2005) sowie HAZARIKA & al. (2006) vor.

2. Industriewald – eine Begriffsklärung

In der mitteleuropäischen Naturlandschaft außerhalb der Städte und Siedlungen treten von Pioniergehölzen aufgebaute Vorwälder zum Beispiel auf Windwurfflächen auf, wie sie durch Zusammenbruch des Altbaumbestandes nach Starkwindereignissen entstehen (LEDER & al. 2005). Im Ruhrgebiet sowie anderen Metropolregionen besiedeln solche Pionierwälder auch stark anthropogen beeinflusste Brachflächen. Die Klassifikation der auf den Restflächen der Montan- und Schwerindustrie entstandenen und verbreiteten Vorwälder beruht bislang

weitgehend auf dem Faktor ehemaliger Industriestandort, deshalb werden diese Wälder auch als "Postindustriewälder" (WEISS & SCHÜTZ 1997), "Industriewälder" (DETTMAR 1991; WEISS 2003a u. 2003b) oder als "urban-industrielle Wälder" (POTT 1995; KOWARIK 1995a u. 2005) bezeichnet. Die Termini "Industriewald" und "Postindustriewald" nehmen also Bezug auf die ehemalige Flächennutzung der Standorte, auf denen diese Vorwälder heute stocken. Auch auf urbanen Brachflächen ohne industrielle Nutzung kommen solche Pionierwälder im Siedlungsraum vor. Sie lassen sich insgesamt als "ruderale Wälder" (KOWARIK 1995a), "ruderale Vorwälder" (POTT 1995) oder "ruderale Pionierwälder" (WITTIG 2002a) klassifizieren. POTT (1995) fasst sämtliche subspontanen und ruderalen Gebüsche und Vorwälder sowie die urban-industriellen Wälder in einem Gesellschaftskreis der "anthropogenen Gehölz-Gesellschaften" zusammen.

Der Begriff Industriewald wurde zum ersten Mal von DETTMAR (1991) erwähnt. Nach GAUSMANN & al. (2007a) besiedeln solche neu entstandenen Industriewälder naturferne, industriell geprägte Standorte, welche stark anthropogen beeinflusst worden sind, wie z. B. Industriebrachflächen – im Ruhrgebiet hauptsächlich Kohle- und Stahlindustriebrachen – sowie Gewerbe- und Verkehrsinfrastrukturbrachen, z. B. ehemalige Bahngelände, also Flächen, von denen sich sowohl Nutzer als auch Investoren langfristig zurückgezogen haben und dadurch seit längeren Zeiträumen brach liegen. Der Terminus "Industriewald" beruht somit also eher auf der Beschreibung seiner Wuchsorte als auf floristischer oder vegetationskundlicher Merkmale. Es handelt sich bei einem Industriewald also im engeren Sinne eher um einen Biotoptyp als um einen klar floristisch charakterisierten Waldtyp. Gemäß dieser Definition sind Industriewälder in vielen größeren Städten Deutschlands weit verbreitet und können in Form von verschiedenen Vegetationseinheiten auftreten. Urbane Wälder als auch Industriewälder weisen einen mehr oder weniger starken Kultureinfluss auf, vor allem was die Beeinflussung ihrer Standorte betrifft, sind aber zugleich das Ergebnis eines natürlichen Sukzessionsverlaufes und werden daher von KEIL & LOOS (2005a) auch treffend als Produkt von Kultureinflüssen und Natur gleichermaßen angesehen.

Darüber, ob sich Industriewälder zur Ruderalvegetation zuordnen lassen, kann kontrovers diskutiert werden. Meistens werden unter dem Begriff der "Ruderalvegetation" in der Geobotanik ausschließlich die krautigen Pflanzengesellschaften zusammengefasst, so wie es im Sinne von BRANDES (1988 u. 2007) verstanden wird (vgl. Kap. 7.1). Obwohl Industriewälder als bereits voll entwickelte Wälder schon einen gewissen Reifegrad erreicht haben und

ein vorläufiges Dauerstadium darstellen (DETTMAR 1991), werden sie jedoch von KOWARIK (1995a) ebenfalls der Ruderalvegetation zugeordnet, da sie auf ehemals offenen und unbesiedelten Standorten stocken. Ein weiteres Argument für eine Zuordnung der Industriewälder zur Ruderalvegetation ist der Umstand, dass die Krautschicht dieser Wälder zumeist einen ausgeprägten ruderalen Charakter aufweist. KOWARIK (1992c u. 2005) bezeichnet die spezifisch urban-industrielle Natur als "Natur der vierten Art" und bringt damit die Eigenständigkeit dieser Natur zum Ausdruck. Ein Charakteristikum dieser Natur der vierten Art ist, dass sie weder geplant noch von gärtnerischer oder landschaftspflegerischer Planung entwickelt wurde, sondern sich natürlich spontan entwickelt hat in perfekter Anpassung an die städtischen Lebensbedingungen. Die Natur der vierten Art umfasst neben der Mauer- und Trittvegetation auch die spontan entstandenen Wälder auf Baulücken, Bahnbrachflächen und Restflächen der Montanindustrie. Damit lassen sich die Industriewälder des Ruhrgebietes ebenfalls dieser Natur der vierten Art zuordnen. Nach KOWARIK (2005) führen die Waldsukzessionen auf urban-industriellen Flächen zu einer "neuen Wildnis", deren Eigenschaften durch den hohen Grad anthropogener Störung und stark gestörter Standortsbedingungen der Industriebrachflächen gekennzeichnet sind. Daher zählen die jungen Industriewälder des Ruhrgebietes zu einem völlig neu entstandenen Waldtyp (GAUSMANN & al. 2007a), der sich in seinen Eigenschaften von den Waldtypen der Natur- und Kulturlandschaft (Natur der ersten und zweiten Art nach KOWARIK 1992c u. 2005) sowie der gärtnerisch gestalteten Natur (Natur der dritten Art) deutlich in Parametern wie Naturnähe, Artenspektrum und Ausstattung mit abiotischen Standortfaktoren unterscheidet.

3 Waldentwicklung auf Industriebrachen

Auf dem überwiegenden Teil der Industriebrachflächen des Ruhrgebietes, von denen sich Eigentümer oder Investoren längerfristig zurückgezogen haben, entstehen nach ungestörter Vegetationsentwicklung schließlich nach mehreren Jahren bis Jahrzehnten Gebüsche und Vorwälder aus Pioniergehölzen. Von der enormen Flächengröße industrieller Brachflächen im Ruhrgebiet befindet sich mittlerweile ein Großteil durch Sukzession in einem Stadium, in dem sich ausgedehnte Industriewald-Bestände entwickelt haben. Da die Gehölzsukzession auf diesen Brachflächen und die daraus entstandenen Pflanzenbestände erst wenige Jahrzehnte alt sind, ist der floristische, vegetationskundliche und waldstrukturelle Kenntnisstand über diese jungen Vorwaldbestände noch in großen Teilen lückenhaft und unvollständig. Auch die Frage, wohin die Sukzession auf den im Ruhrgebiet vorhandenen Restflächen schließlich führt, d. h. welche Waldtypen und Waldgesellschaften sich letztendlich einstellen, ist bislang

noch weitestgehend unbeantwortet. Die vorliegende Arbeit hat daher zum Ziel, diese Wissenslücke schließen zu helfen und Defizite abzubauen, was die qualitative Einschätzung als auch die zukünftige Entwicklung der Industriewälder des Ruhrgebietes betrifft, sowohl aus ökologischer, forstwissenschaftlicher als auch landschafts-planerischer Perspektive.

Ausgangssituation der vorliegenden Arbeit war folglich die Tatsache, dass es auf Grund der meist nur wenige Jahrzehnte alten Industriebrachflächen im Ruhrgebiet die bisherigen Untersuchungen zur Sukzession bislang keine fundierten und wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisse darüber geben, welche eine sichere Aussage zur Klimax auf den Industriebrachflächen ermöglichen. Da Überlegungen zu dieser Frage mangels des Vorhandenseins älterer Halden und Brachen derzeit nur Spekulation bleiben (HAEUPLER 1992a), soll mit dieser Arbeit eine Zwischenbilanz erstellt werden, inwiefern die Sukzession in Richtung der bereits postulierten Prognosen verläuft (vgl. RUNGE 1979; HURTIENNE 1990; JOCHIMSEN 1991a; HELD & SCHMITT 2001) und welche Zeiträume für die weitere Waldentwicklung in Anspruch genommen werden. Durch Einbeziehung von jüngeren Gehölzsukzessionsstadien in Form von Gebüschen und Übergangsstadien zum Wald soll mit der vorliegenden Arbeit auch eine Längsschnittanalyse angestrebt werden, um die Dynamik der unterschiedlichen Altersstadien und die zeitliche Aufeinanderfolge der jeweiligen Sukzessionsstadien zu dokumentieren sowie unterschiedliche Sukzessionsreihen auf verschiedenen Brachflächentypen herauszustellen. Eine wesentliche Leitfrage war folglich die nach der möglichen syndynamischen Entwicklung der untersuchten Bestände im weiteren Sukzessionsverlauf, d. h. nach der Richtung der fortschreitenden Waldentwicklung auf industriellen Brachflächenstandorten des Ruhrgebietes. Somit richtete sich der Fokus der Untersuchung vor allem auf das Vorkommen von großwüchsigen Laubgehölzen, und hierbei insbesondere auf solche Arten, welche die verschiedenen Waldgesellschaften in Anlehnung an die Potentielle Natürliche Vegetation der jeweiligen Naturräume des Ruhrgebietes aufbauen (TRAUTMANN 1972; BURRICHTER 1973).

Die bisherigen Versuche, die durch natürliche Sukzession entstandenen Vorwälder auf Restflächen der Montanindustrie in Deutschland vegetationskundlich zu gliedern, verliefen oftmals nur unbefriedigend und führten auf Grund des meist sehr heterogenen floristischen Inventars solcher Vorwälder häufig nur zu undetaillierten phytosoziologischen Ergebnissen (DETTMAR 1992a; DURKA & al. 1997; GAUSMANN 2006). WEBER (1999) geht sogar so weit, dass sich die urban-industriellen Ruderalgebüsche und Vorwälder gar keiner vegetations-

kundlichen Einheit auf Klassenebene zuordnen lassen. Ob eine solche Pauschalisierung aufrechterhalten werden kann, oder ob sich die Industriewälder nicht bereits beschriebenen Pflanzengesellschaften zuordnen lassen und ob diese eventuell sogar neue Gesellschaften bilden, soll ein Gegenstand der vorliegenden Arbeit sein. Heterogene Standortsbedingungen, ein unterschiedliches Diasporenangebot in der Umgebung der Brachflächen sowie neuartige Konkurrenzbedingungen führen in ihrer Kombination zu neuen Pflanzengemeinschaften auf Industriebrachflächen, welche in ihrer Artenzusammensetzung daher meist sehr heterogen sind. Daher soll auch untersucht werden, ob die Industriewälder das Ergebnis der heterogenen Standortsverhältnisse und des starken Siedlungseinflusses darstellen, ob die verschiedenen stadtökologischen Faktoren Einfluss auf die Ausbildung dieser Vorwälder haben und ob sich diese Wälder vegetationskundlich typisieren lassen.

KUNICK & SUKOPP (1975) bezeichneten die Mülldeponien Berlins zur damaligen Zeit als ökologische Versuchsfelder, da die Vegetationsentwicklung auf solchen Standorten weitestgehend unbekannt und unerforscht war. Dies lässt sich ohne Weiteres auch auf die Haldenstandorte und Industriebrachen im Ruhrgebiet übertragen, da hier zumindest das potentielle Endstadium der Sukzession auf Grund der langen Zeiträume, in denen sich Waldökosysteme entwickeln, ebenfalls noch unbekannt ist. Die vorliegende Arbeit soll in diesem Zusammenhang einen Beitrag zur Sukzessionsforschung auf Industriebrachflächen speziell sowie zur stadt- und industrieökologischen Forschung des Ruhrgebietes generell leisten.

4 Fragestellung

Bereits vorliegende Untersuchungen zur Sukzession auf Industriebrachflächen des Ruhrgebietes (GÖDDE 1986; REIDL 1989; HURTIENNE 1990; DETTMAR 1992a; GAUSMANN 2006) kommen allesamt zu dem Ergebnis, dass urban-industrielle Vorwälder im Ruhrgebiet von den häufigen Pionierbaumarten *Betula pendula*, *Salix caprea* und *Populus tremula* aufgebaut und dominiert werden. Meist wurden diese Bestände folglich dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* zugeordnet. PREISING & al. (2003) stellen innerhalb dieser Thematik heraus, dass generell die Gesellschaften des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* – auch außerhalb des Siedlungsbereiches – bislang nach dem allgemeinen Stand der Forschung kaum untersucht worden sind: "*Überhaupt gibt es in Mitteleuropa keine Gruppe von Pflanzengesellschaften, über die bei ähnlich weiter Verbreitung und Häufigkeit so wenig bekannt ist, wie über die Lichtungsgebüsche*" (PREISING & al. 2003, S. 113).

Erste eingehende pflanzensoziologische Bearbeitungen von Gebüschen und Vorwäldern auf industriellen Brachflächen und Halden des Ruhrgebietes stammen von GÖDDE (1986), REIDL (1989), HURTIENNE (1990) und DETTMAR (1992a), eingehende Arbeiten zu ruderalen Gebüsch- und Vorwald-Gesellschaften nordrheinwestfälischer Großstädte inklusive des Ruhrgebietes finden sich bei GÖDDE (1986) sowie DIESING & GÖDDE (1989). Versuche, die Industriewälder des Ruhrgebietes systematisch-vegetationskundlich zu gliedern, stammen von DETTMAR (1992a) und hatten eine Beschreibung in Form von ranglosen Gesellschaften zur Folge. GAUSMANN (2006) konnte eine Zuordnung der Industriewälder auf Klassenebene vornehmen und stellte sie zu den *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche), obwohl bereits frequent Arten der *Querco-Fagetea* (Europäische Sommerwälder) in den Industriewäldern auftraten. KEIL (2011) betont, dass die syntaxonomische Stellung der Vorwälder auf Halden und Industriebrachen noch nicht abschließend geklärt ist. Deshalb soll die vorliegende Arbeit einen erneuten Versuch darstellen, die Industriewälder des Ruhrgebietes in Pflanzengesellschaften zu gliedern. Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die gewonnenen pflanzensoziologischen Ergebnisse mit den bereits bekannten Daten über Vorwälder auf siedlungsfernen Standorten abzugleichen, um dadurch einen möglichen Kontrast oder Affinitäten zwischen siedlungsfernen Vorwäldern auf natürlichen Standorten und urban-industriellen Vorwäldern auf stark anthropogen geprägten, naturfernen Standorten des Ballungsraumes Ruhrgebiet heraus zu arbeiten und so Aussagen über etwaige Unterschiede oder Gemeinsamkeiten in Struktur und floristischem Inventar zu verifizieren. Wesentliche Leitfragen, welche im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu klären versucht werden sollen, sind:

- Unterscheiden sich naturnahe, siedlungsferne Vorwälder von urban-industriellen Vorwäldern hinsichtlich ihres Artenspektrums? Wie hoch ist der Anteil an nicht-einheimischen Arten in den Industriewäldern?

- Die auf Industrie- und Gewerbebrachflächen des Ruhrgebietes reichlich auftretenden und daher als industrietypisch einzuordnenden anökophytischen Pappel-Hybriden sind bei der bisherigen vegetationskundlichen Bearbeitung der Industriebrachen im Ruhrgebiet stark vernachlässigt worden. Daher soll die vorliegende Arbeit erstmalig eine Beschreibung der von Pappel-Hybriden aufgebauten Gebüschen und Vorwäldern liefern. Im Zusammenhang damit steht die Frage, welche evolutionären Prozesse in den stark gestörten urban-industriellen Ökosystemen statt-

finden, die oftmals durch völlig neu entstandene Pflanzen- und Lebensgemeinschaften (Neozönosen nach REIDL 1995) gekennzeichnet sind, und welchen Stellenwert hinsichtlich der neu entstandenen ökologischen Nischen auf industriellen Brachflächen Hybriden (Nothospecies), Apophyten und Anökophyten haben.

- In welche Richtung entwickeln sich Industriewälder im weiteren Verlauf der Sukzession? Welche Laubbaumarten setzen sich im Verlaufe der Altersentwicklung (Seneszenz) der Industriewälder durch, d. h. welche Gehölzarten bauen die bislang noch von Pioniergehölzen wie *Betula pendula*, *Salix caprea* und *Populus tremula* und anderen Pionierbaumarten dominierten Industriewälder ab?

- Gibt es Indikatoren bzw. diagnostische Sippen (vor allem unter den Gehölzen), welche Aussagen über die potentielle Klimax auf Industriebrachflächen ermöglichen? Kommt es zur Angleichung dieser Industriewälder an bereits bekannte Waldtypen wie z. B. einen Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) oder sogar einen Waldgeißblatt-Buchenwald (*Periclymeno-Fagetum*), wie dies von verschiedenen Autoren (z. B. RUNGE 1979; HURTIENNE 1990; JOCHIMSEN 1991a; HELD & SCHMITT 2001) prognostiziert wird? Wie hoch ist der Anteil "echter" Waldarten?

- Nach DETTMAR (1992a) unterscheiden sich die spontane Flora und Vegetation auf industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet hinsichtlich der vorherigen industriellen Nutzung und des jeweiligen Industriezweiges, welche auf den Brachflächen ehemals stattfand. In welchem Maße wirken sich die auf Industriebrachflächen vorhandenen, oftmals sehr heterogenen, industriespezifischen abiotischen Standortfaktoren auf die Verbreitung einzelner Pflanzensippen aus und lassen sich bestimmte Verbreitungsmuster einzelner Arten erkennen? Gibt es Unterschiede in der Sukzession auf unterschiedlichen Brachflächentypen, d. h. unterscheiden sich auch die Industriewälder der Kokerei-, Bergbau-, Stahlindustrie- und Bahnbrachflächen? Gibt es Korrelationen zwischen den heterogenen Substrattypen auf Industriebrachflächen und den darauf stockenden Vorwaldtypen?

- Lassen sich die spontan aufgewachsenen Industriewälder bereits beschriebenen pflanzensoziologischen Einheiten zuordnen und phytosoziologisch typisieren oder bilden sie völlig neue, bislang nicht beschriebene Vegetationstypen? Gibt es eine

Möglichkeit der Typisierung unterschiedlich alter Gehölzsukzessionsstadien nach physiognomischen Kriterien?

- Sind Industriewälder hinsichtlich der Phytodiversität für städtische Ökosysteme von Bedeutung? Wie sind sie bezüglich der Diskussion innerhalb der Biodiversitäts-konvention einzuordnen und zu bewerten? Welche naturschutzfachliche Wertigkeit haben die Industriewälder innerhalb des Ballungsraumes Ruhrgebiet?

- Das Thema der spontanen und künstlichen Begrünung von Halden ist in der Vergangenheit bereits ausführlich und zum Teil sehr kontrovers diskutiert worden (vgl. JOCHIMSEN 1987, 1991a, 1991b u. 1992; JOCHIMSEN & al. 1995). Lassen sich die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse zu landschaftsplanerischen Handlungsempfehlungen bei der Gestaltung von Halden und Brachflächen des Ruhrgebietes heranziehen? Gibt es ökologische Argumente, die gegen eine künstliche Begrünung von Halden und für ein Tolerieren der spontanen Gehölzsukzession sprechen?

- Wird durch Sukzession die Re-Integration der Industriebrachflächen in den Naturraum durch die Anpassung bzw. Annäherung an ein naturraumtypisches Landschaftsbild ermöglicht?

5 Material und Methoden

5.1 Auswahl der untersuchten Flächen

Bei den untersuchten Flächen sollte es sich ausschließlich um brach gefallene Flächen der Montanindustrie (Kohle-, Eisen- und Stahlindustrie) sowie der Bahninfrastruktur (Güterbahnhöfe, stillgelegte Bahntrassen) handeln, die keine rezente gewerbliche, industrielle oder sonstige Nutzung aufwiesen und auf denen sich über einen längeren Zeitraum (in der Regel mehrere Jahrzehnte) ohne eine andauernde anthropogene Störwirkung durch Sukzession spontan eine Vorwald-Vegetation eingestellt hatte. Die Flächen mussten also einen gewissen Reifegrad (Maturität) aufweisen, da es auf vielen jüngeren Industriebrachen bislang noch nicht zur Ausbildung von Gehölzstrukturen mit ausreichender Flächenausdehnung gekommen ist. Dabei wurden drei im Rahmen der ökologischen Begleitforschung des Projektes "Industriewald Ruhrgebiet" mittlerweile gut untersuchte Flächen im mittleren Ruhrgebiet (Zeche Alma, Zeche Rheinelbe, Zeche Zollverein XII) sowie weitere Flächen des Projektes (Zeche Graf Bismarck I/IV, Zeche Viktor III/IV, Zeche Constantin X, Kokerei Hansa, Zeche

Waltrop I/II, Zeche Emscher-Lippe III/IV) einbezogen (s. Tab. 1 bis 4). Die Untersuchungsflächen wurden vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) bis ins östliche Ruhrgebiet (Bönen) ausgewählt und erstreckten sich entlang eines ungefähr 80 km langen Transektes quer durch den Emscher Landschaftspark (s. Abb. 1). Daher lagen die untersuchten Flächen in mehreren naturräumlichen Einheiten (Mittlere Niederrheinebene, Emscherland, Westenhellweg).

Zu den untersuchten Flächen gehörten neben Ankerpunkten der "Route der Industriekultur" wie dem Landschaftspark Duisburg-Nord, der Zeche Zollverein XII und dem Westpark auch wenig bekannte und vom Strukturwandel ausgesparte Restflächen der Montanindustrie und des Bahnbetriebes (s. Tab. 2 bis 4). Wichtige Hinweise auf geeignete Flächen lieferten die vom Regionalverband Ruhr (RVR) publizierten Werke über die "Route der Industrienatur" (EHSES & al. 2009). Standorte dieser Themenroute wurden ebenfalls in die Untersuchungen mit einbezogen (z. B. Landschaftspark Duisburg-Nord, Brache Vondern, Gleispark Frintrop, Zeche Zollverein XII, Zeche Hannover I/II/V, Westpark, Halde Lothringen I/II, Kokerei Hansa). Des Weiteren wurden Luftbildaufnahmen des Regionalverbandes Ruhr ausgewertet, um auf den Industriebrachen auftretende Vorwald-Strukturen im Vorfeld zu erkennen und damit die Auswahl der in Frage kommenden Flächen einzugrenzen. Dabei wurden auch kleine und wenig bekannte Brachflächen als geeignete Untersuchungsflächen ausgemacht (s. Tab. 2 bis 4). Die Auswahl der Untersuchungsflächen im westlichen Ruhrgebiet (Duisburg, Oberhausen) erfolgte in Zusammenarbeit mit der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet (Oberhausen), vor allem Herr Dr. PETER KEIL (Mülheim an der Ruhr) lieferte für die Untersuchungen wichtige Hinweise auf geeignete Brachflächen. Zusätzlich wurde historische Literatur zur Geschichte der Montan- und Schwerindustrie recherchiert (HERMANN 2008), um Hinweise über Zeitdauer, Zeitraum und Art der industriellen Nutzung der Untersuchungsflächen in Erfahrung zu bringen, was vor allem bezüglich der Informationen über die flächenmäßig kleineren und oftmals unbekannten Brachflächen unerlässlich war. Des Weiteren wurde auch populärwissenschaftliche Literatur (BERKE 2010) ausgewertet, da sich auch hier Hinweise auf brauchbare Untersuchungsflächen ergaben. Einige der ausgewählten Untersuchungsflächen waren bereits in der Vergangenheit Gegenstand intensiver floristischer und vegetationskundlicher Untersuchungen (vgl. HAMANN 1988; JOCHIMSEN 1992; LOOS 1992; KÜHNAPFEL 1992; REIDL 1995; DETTMAR 1992a; WEIHRAUCH 1999; HOPPE & KRONSBEIN 1999; KÖLLNER 1999; KERT 2002; KONOPKA 2002; SCHÜRMANN 2002; JAGEL 2003; RIEDEL & al. 2005; SEIPEL 2005; SEIPEL & al. 2006; GAUSMANN & al. 2004; GAUSMANN 2006 u. 2007).

Das Substrat der Untersuchungsflächen und altindustriellen Standorte musste das Kriterium erfüllen, anthropogen überformt worden zu sein, d. h. es musste vom natürlichen Ausgangssubstrat der jeweiligen Naturräume (Rheinsande der Mittleren Niederrheinebene, Emschermergel des Emscherlandes, Löß des Westenhellweges) abweichen. Die durch industrielle Aktivitäten freigesetzten Substrate setzten sich ausschließlich aus technogenen Substraten wie Bauschutt, Eisenhüttenschlacken, Kokereischlamm, Bergematerial, Kalkschotter und Basaltschotter zusammen. Insgesamt wiesen die Untersuchungsflächen meist sehr heterogene Substrat- und Bodenverhältnisse auf (vgl. Kap. 6.3). Als Beispiel hierfür sei die Untersuchungsfläche "Knappenhalde" in Oberhausen genannt, die wie viele Bergehalden und Brachflächen des Ruhrgebietes durch besondere individuelle Standortsverhältnisse gekennzeichnet ist. Hier begann die Schüttung von Berge mit der Gründung der Zeche Oberhausen im Jahre 1856. Später kamen Hochofenschlacken der benachbarten Gute Hoffnungs-Hütte hinzu, sowie Bauschutt aus den im Zweiten Weltkrieg zerstörten Häusern der Gemeinde Oberhausen bis ins Jahr 1950, so dass sich ein Mix unterschiedlichster Ausgangssubstrate mit zum Teil sehr unterschiedlichen petrographischen Eigenschaften ergibt (vgl. Kap. 6.3).

Die Recherchen führten zu einer Flächenstichprobengröße von 48 Untersuchungsflächen im Ruhrgebiet mit von *Betula pendula* (Hänge-Birke) und *Salix caprea* (Sal-Weide) dominierten, spontan entstandenen Industriewäldern, in denen insgesamt 316 Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden (s. Tab. 2) und zu sieben Untersuchungsflächen mit künstlich begründeten *Robinia pseudoacacia*-Forsten, in denen insgesamt 20 Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden (s. Tab. 3). Zusätzlich wurden 19 Vegetationsaufnahmen von sich spontan entwickelten Verbuschungsstadien durchgeführt, um den zeitlichen Verlauf der Gehölzsukzession bis schließlich zum Stadium eines Vorwald-Bestandes genauer zu dokumentieren (s. Tab. 4).

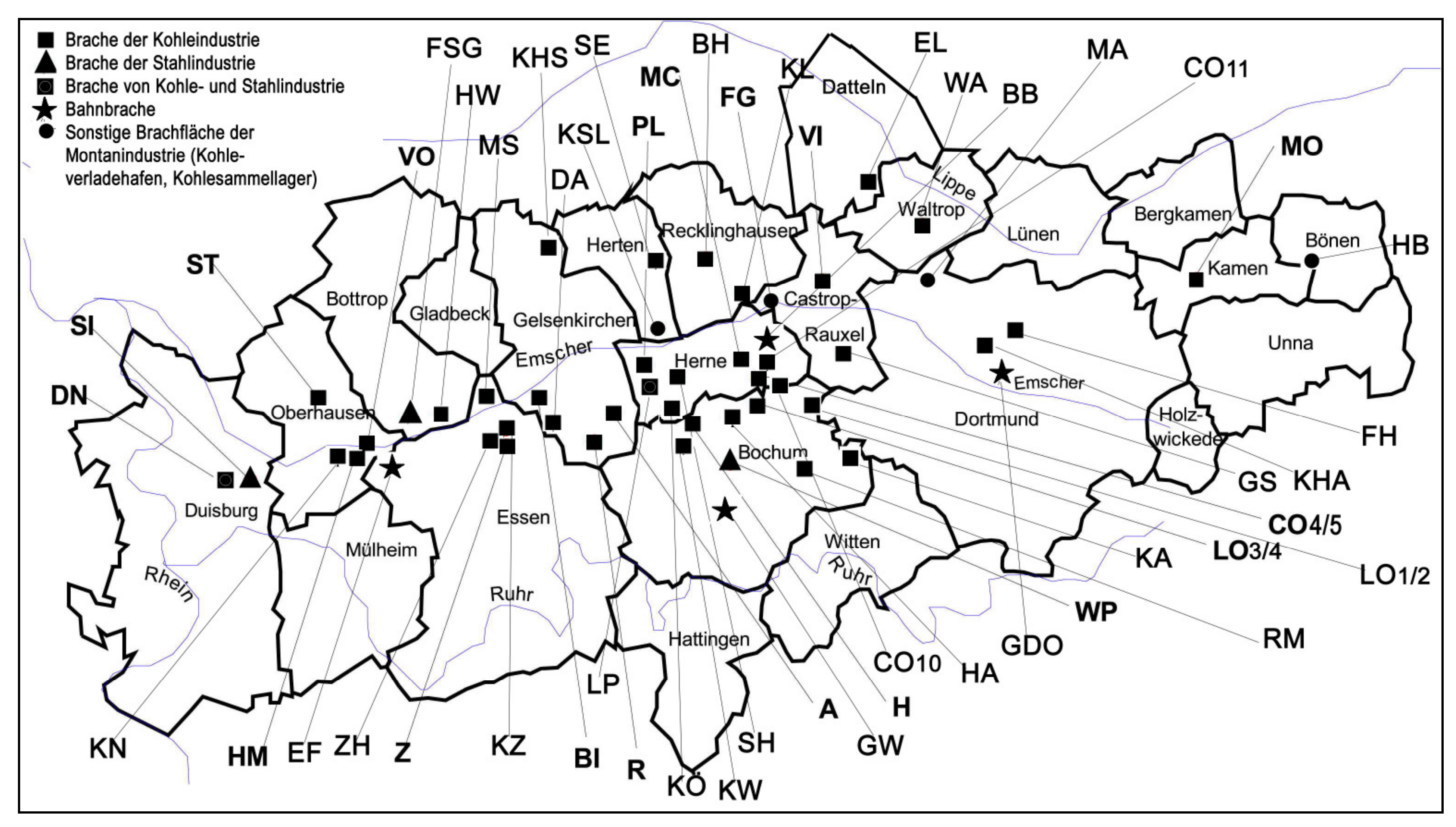


Abb. 1: Lage der untersuchten Haldenstandorte, Industrie- und Bahnbrachen im Ruhrgebiet (Erläuterungen s. Abkürzungsverzeichnis im Text sowie Tab. 2 u. 3)

Abkürzungsverzeichnis Abb. 1:

A	=	Zeche u. Kokerei Alma
BB	=	Bahntrasse Herne-Börnig
BH	=	Zeche u. Kokerei General Blumenthal / Haardt I/II/VI
BI	=	Zeche u. Kokerei Graf Bismarck I/IV
CO4/5	=	Zeche Constantin d. Große IV/V
CO10	=	Zeche u. Kokerei Constantin d. Große 10
CO11	=	Zeche Constantin d. Große 11
DA	=	Zeche u. Kokerei Dahlbusch II/V/VIII
DN	=	Landschaftspark Duisburg-Nord
EF	=	Sammelbahnhof Essen-Frintrop
EL	=	Zeche u. Kokerei Emscher-Lippe III/IV
FG	=	Verladehafen Friedrich d. Große
FH	=	Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg
FSG	=	Formsandgräberei "Am Donnerberg"
GDO	=	Güterbahnhof Dortmund-Ost
GS	=	Zeche u. Kokerei Graf Schwerin I/II
GW	=	Güterbahnhof Weitmar
H	=	Zeche Hannover I/II/V
HA	=	Halde Hannibal
HB	=	Holzplatz Bönen
HM	=	Halde Hausmannsfeld
HW	=	Halde Welheimer Mark
KA	=	Kokerei Amalia
KHA	=	Kokerei Hansa
KHS	=	Kokerei Hassel
KL	=	Zeche u. Kokerei König Ludwig I/II
KN	=	Knappenhalde
KÖ	=	Zeche u. Kokerei Königsgrube
KSL	=	VEBA Kohlesammellager Herten
KW	=	Kruppwald (Zeche u. Kokerei Hannover III/IV/VI)
KZ	=	Kokerei Zollverein
LO1/2	=	Halde Zeche u. Kokerei Lothringen I/II
LO3/4	=	Zeche Lothringen III/IV
LP	=	Landschaftspark Pluto-Wilhelm
MA	=	Verladehafen Zeche Minister Achenbach
MC	=	Zeche u. Kokerei Mont-Cenis III
MO	=	Zeche Monopol – Schacht Grillo
MS	=	Halde Matthias Stinnes
PL	=	Halde Zeche Pluto VII
R	=	Zeche u. Kokerei Rheinelbe
RM	=	Zeche Robert Müser
SE	=	Zeche Schlägel u. Eisen II
SH	=	Zeche u. Kokerei Shamrock III/IV/XI
SI	=	Sinteranlage Duisburg-Beek
ST	=	Zeche Sterkrade
VI	=	Zeche Victor III/IV
VO	=	Zeche u. Kokerei Vondern
WA	=	Zeche Waltrop I/II
WP	=	Westpark / Bochumer Verein
Z	=	Zeche Zollverein XII
ZH	=	Zeche u. Kokerei Helene

Tab. 2: Übersicht über Anzahl, Lage und Brachentyp der Untersuchungsflächen sowie Anzahl der durchgeführten Vegetationsaufnahmen in spontan entstandenen Industriewäldern auf Brachflächen des Ruhrgebietes (Flächenstichprobengröße n = 48; Vegetationsaufnahmen n = 316)

Untersuchungsfläche	**Industriezweig**	**Brachentyp**	**Jahr der Still-legung**	**Anzahl der Vegetations-aufnahmen**
Landschaftspark Duisburg-Nord inkl. Kokerei Thyssen IV/VIII u. Hochofenwerk Meiderich (Duisburg-Meiderich)	Stahlindustrie & Koksproduktion	Stahlwerks- & Kokereibrache	1985	5
Sinteranlage Duisburg-Beek (Duisburg-Beek)	Stahlindustrie	Stahlwerksbrache	1984	3
Zeche Sterkrade (Oberhausen-Sterkrade)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1931	6
Halde Hausmannsfeld (Oberhausen-Alt-Oberhausen)	Steinkohlebergbau	Bergehalde	1930	4
Zeche u. Kokerei Vondern (Oberhausen-Osterfeld)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechenbrache & Kokereibrache	1932	9
Formsandgräberei "Am Donnerberg" (Bottrop-Lehmkuhle)	Stahl verarbeitende Industrie	Stahlindustriebrache	1945	1
Halde Welheimer Mark (Bottrop-Welheim)	Steinkohlebergbau	Bergehalde	1980	2
Sammelbahnhof Frintrop (heute "Ruderalpark") (Essen-Frintrop)	Güterverkehr	Bahnbrache	1960	5
Zeche u. Kokerei Helene (heute "Helenenpark") (Essen-Altenessen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1965	10
Zeche Zollverein XII (Essen-Katernberg)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache & Bergehalde	1986	22
Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1993	3
Zeche u. Kokerei Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1966	6
Zeche u. Kokerei Dahlbusch II/V/VIII (Gelsenkirchen-Rotthausen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1966	5
Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1963	28
Zeche u. Kokerei Rheinelbe (Gelsenkirchen-Ückendorf)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1928	18
Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1999	1
Zeche Schlägel u. Eisen II (Herten-Disteln)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1940	1
VEBA Kohlesammellager Herten / ehem. Hafen Julia (Herten-Süd)	Bergbaulogistik	Kohlelager	partiell in Betrieb	4
Zeche Hannover I/II/V (Bochum-Hordel)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1973	15
Zeche u. Kokerei Hannover III/IV/VI (heute "Kruppwald") (Bochum-Günnigfeld)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechenbrache & Bergehalde	1932	4
Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum)	Stahlindustrie	Stahlwerksbrache	1991	15
Güterbahnhof Weitmar (Bochum-Weitmar)	Güterverkehr	Bahnbrache	1966	6
Halde Zeche u. Kokerei Lothringen I/II (Bochum-Gerthe)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache & Bergehalde	1967	12
Zeche Lothringen III/IV (Bochum-Bergen)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1967	4
Kokerei Amalia (Bochum-Werne)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1969	5
Zeche Robert Müser (Bochum-Harpen)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1968	2
Halde Zeche Pluto VII, Deponie "Schalker Verein" (heute "Thyssenhalde") (Herne-Wanne)	Steinkohlebergbau, Deponie f. Eisenhütten-schlacken	Berge- & Schlackenhalde	1976	7
Zeche u. Kokerei Pluto V, Deponie "Schalker Verein", später Gelände Fa. Optelaak (heute Landschaftspark Pluto-Wilhelm) (Herne-Wanne)	Steinkohlebergbau, Koksproduktion, Deponie f. Eisenhütten-schlacken	Zechen- & Kokereibrache, Eisenhütten-schlackendeponie	1976	20

Forts. Tab. 2: Übersicht über Anzahl, Lage und Brachentyp der Untersuchungsflächen sowie Anzahl der durchgeführten Vegetationsaufnahmen in spontan entstandenen Industriewäldern auf Brachflächen des Ruhrgebietes (Flächenstichprobengröße n = 48; Vegetationsaufnahmen n = 316)

Untersuchungsfläche	**Industriezweig**	**Brachentyp**	**Jahr der Still-legung**	**Anzahl der Vegetations-aufnahmen**
Zeche u. Kokerei Königsgrube (Herne-Röhlinghausen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1967	6
Zeche u. Kokerei Shamrock III/IV/XI – Blumenthal XI (Herne-Holsterhausen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1967	6
Zeche u. Kokerei Mont-Cenis III (Herne-Sodingen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1978	4
Stillgelegte Bahntrasse Herne-Börnig (Herne-Börnig)	Güterverkehr	Bahntrasse	1980	4
Zeche Constantin d. Große IV/V (Herne-Sodingen)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1967	4
Zeche u. Kokerei Constantin d. Große X (Herne-Sodingen / Bochum-Hiltrop)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1962	4
Zeche Constantin d. Große XI (Herne-Sodingen)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1931	3
Zeche u. Kokerei General Blumenthal / Haardt I/II/VI (Recklinghausen-Zentrum)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1983	2
Zeche u. Kokerei König Ludwig I/II (Recklinghausen-Röllinghausen)	Steinkohlebergbau, Koksproduktion & Teerdestillation	Zechen- & Kokereibrache	1965	4
Verladehafen Zeche Friedrich d. Große (Castrop-Rauxel-Pöppinghausen)	Bergbaulogistik	Kohlelager	1978	3
Zeche u. Kokerei Victor III/IV (Castrop-Rauxel-Habinghorst)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1973	5
Zeche u. Kokerei Graf Schwerin I/II (Castrop-Rauxel-Schwerin)	Steinkohlebergbau	Zechen- & Kokereibrache	1967	10
Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)	Koksproduktion	Kokereibrache	1992	5
Güterbahnhof Dortmund-Ost / Brache Thyssen-Klönne (Dortmund-Zentrum-Ost)	Güterverkehr	Bahnbrache	1988	1
Verladehafen Zeche Minister Achenbach u. Bergwerksziegelei (Dortmund-Schwieringhausen)	Bergbaulogistik & Mergelziegelei	Kohlelager & Ziegelproduktion	1992	5
Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg (Dortmund-Ellinghausen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1960	4
Zeche u. Kokerei Emscher-Lippe III/IV (Datteln)	Steinkohlenbergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1974	8
Zeche Waltrop I/II - Schacht Minister Achenbach (Waltrop)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1979	7
Zeche Monopol - Schacht Grillo (Kamen-Westick)	Steinkohlebergbau	Zechenbrache	1983	5
Zeche Königsborn III/IV - Koks- und Holzlager (heute NSG "Holzplatz") (Bönen / Kamen-Werve)	Bergbaulogistik	Koks- & Holzlager	1981	3
∑ 48				**∑ 316**

Tab. 3: Übersicht über Anzahl, Lage und Haldentyp der Untersuchungsflächen sowie Anzahl der durchgeführten Vegetationsaufnahmen der untersuchten Robinienforste auf Berge- und Schlackenhalden der Montan- und Schwerindustrie im Ruhrgebiet (Flächenstichprobengröße n = 7; Vegetationsaufnahmen n = 20)

Untersuchungsfläche	**Industriezweig**	**Haldentyp**	**Jahr der letzten Schüttung**	**Anzahl der Vegetationsaufnahmen**
Knappenhalde / Spitzkegelhalde (Oberhausen-Alt-Oberhausen)	Steinkohlebergbau & Stahl verarbeitende Industrie	Abraum-, Trümmerschutt- & Eisenhüttenschlackenhalde	1950	3
Halde Zeche Zollverein XII (Essen-Stoppenberg)	Steinkohlebergbau	Bergehalde	1907	8
Halde Matthias Stinnes (Essen-Karnap)	Steinkohlebergbau	Berge- & Kohleschlammhalde	1972	1
Halde Zeche Hannibal I (Bochum-Hofstede)	Steinkohlebergbau & Stahl verarbeitende Industrie	Berge-, Bauschutt- & Eisenhüttenschlackenhalde	1964	2
Halde Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum)	Stahl verarbeitende Industrie	Eisenhüttenschlackenhalde	1991	3
Halde Zeche Hannover III/IV/VI (heute "Kruppwald") (Bochum-Günnigfeld)	Steinkohlebergbau	Bergehalde	1932	1
Halde Zeche Königsgrube (Herne-Eickel)	Steinkohlebergbau	Berge- & Bauschutthalde	1967	2
∑ 7				**∑ 20**

Tab. 4: Übersicht über Anzahl, Lage und Brachentyp der Untersuchungsflächen sowie Anzahl der Vegetationsaufnahmen in den spontan entstandenen Verbuschungsstadien auf Brachflächen des Ruhrgebietes (Flächenstichprobengröße n = 8; Vegetationsaufnahmen n = 19)

Untersuchungsfläche	**Industriezweig**	**Brachentyp**	**Jahr der Stilllegung**	**Anzahl der Vegetations-aufnahmen**
Brache O.Vision (Oberhausen-Neue Mitte)	Stahlindustrie	Stahlwerksbrache	1997	1
Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1993	9
Güterbahnhof Gelsenkirchen-Zoo (Gelsenkirchen-Bismarck)	Güterverkehr	Bahnbrache	2000	1
Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1963	1
Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1999	2
Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg (Dortmund-Ellinghausen)	Steinkohlebergbau & Koksproduktion	Zechen- & Kokereibrache	1960	1
Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)	Koksproduktion & Kohlechemie	Kokereibrache	1992	3
Zeche Königsborn III/IV - Koks- und Holzlager (heute NSG "Holzplatz") (Bönen/Kamen-Werve)	Bergbaulogistik	Koks- & Holzlager	1981	1
∑ 8				**∑ 19**

Die 48 Untersuchungsflächen mit spontan entstandenen Industriewäldern setzten sich aus einem Flächen-Mix von insgesamt vier Brachflächen der Stahl verarbeitenden Industrie, 40 Brachflächen des Steinkohlenbergbaus [davon 16 kombinierte ehemalige Zechen- und Kokereistandorte, zehn ehemalige Zechenstandorte, vier ehemalige Kokereistandorte, sechs Bergehalden (davon zwei auch als Eisenhüttenschlackendeponien genutzt), vier Brachflächen der Bergbaulogistik] und vier Brachflächen der Bahninfrastruktur bzw. des ehemaligen Güterverkehrs zusammen (s. Tab. 2). Die sieben Untersuchungsflächen mit künstlich begründeten Industriewäldern in Form von Robinienforsten setzten sich aus unterschiedlichen Halden mit Abraum und Abfallprodukten aus Kohle- und Stahlindustrie zusammen, von denen drei Halden auch als Deponien für Bau- und Trümmerschutt genutzt wurden (s. Tab. 3).

Auswahl der untersuchten Industriewald-Bestände

Entsprechend dem Alter der unterschiedlichen Sukzessionsstadien auf industriellen Brachflächen ist der Übergang von den Gebüschen zu den Wäldern durch fließende Übergänge miteinander verbunden, oder aber es entwickeln sich Ökotone zwischen beiden Formationen. Der Übergang zwischen Gebüschen und Vorwäldern liegt in den verschiedenen Altersstadien der Pionierbäume begründet und ist sowohl bei natürlichen und naturnahen Gehölzbeständen auf Ruderalstandorten wie Windwurfflächen als auch bei der synanthropen Gehölzvegetation urban-industrieller Brachflächen häufig fließend. Aus diesem Grunde ist eine klare Abgrenzung zwischen Verbuschungs- und Vorwald-Stadien im Gelände oftmals schwierig. Um die zu untersuchenden Industriewälder näher einzugrenzen mussten alle Bestände daher zwingend die Kriterien der Formation "Wald" erfüllen. Nach MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) gehören zur Formation "Wald" sowohl alle Baumbestände mit 5 m Mindesthöhe, deren Baumkronen ineinandergreifen, als auch offene Baumbestände, deren Kronen sich meist nicht berühren, jedoch mindestens 30 % der Fläche überschirmen (z. B. einige Sand- und Moor-Kiefernwälder, Felshang-Trockenwälder, Hutewälder).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich die natürlich aufgewachsenen, spontanen Industriewald-Bestände auf Brachflächen des Ruhrgebietes untersucht. Jedoch haben sich nicht alle Birken-dominierten Wälder auf Industriebrachen von alleine eingestellt, es gibt auch gepflanzte und aufgeforstete Birken-Bestände auf Halden, so z. B. auf der Halde der Zeche Zollern II/IV (EHSES & al. 2009). Es handelt sich bei Birken-dominierten Industriewäldern nicht zwangsläufig um Spontanvegetation. Einzelne wenige Birken-

dominierte Industriewälder sind auch aus Initialpflanzungen hervorgegangen, so z. B. auf der Halde der ehemaligen Zeche Zollern II/IV (Dortmund-Bövinghausen) und der Halde der ehemaligen Zeche Graf Schwerin (Castrop-Rauxel-Schwerin) (REGIONALVERBAND RUHR 2009). Die Forstwirtschaft bzw. Landschaftsarchitektur machte sich hierbei die niedrigen Ansprüche von *Betula pendula* (Hänge-Birke) an ihre Standorte zunutze. Solche aus Anpflanzungen und Aufforstungen hervorgegangenen Birken-Bestände wurden nicht untersucht, da sie nicht als das Ergebnis eines natürlichen Sukzessionsverlaufes angesehen werden können.

Vor allem die älteren Bergehalden des Ruhrgebietes sind mit *Robinia pseudoacacia*-Aufforstungen bestanden. Da es sich auch bei solchen Robinienforsten sowohl um Vorwald-Gesellschaften (DIESING & GÖDDE 1989) als auch Industriewälder handelt, wurde dieser Vegetationstyp ebenfalls mit in die Untersuchungen einbezogen. Auch wenn es sich bei den Robinienforsten um künstlich begründete Bestände handelt, erfüllen sie gewissermaßen die Kriterien eines Industriewaldes (vgl. Kap. 4), da sie auf stark anthropogen überformten Restflächen der Montan- und Schwerindustrie wachsen. Diese Standorte weisen ebenso von den natürlichen Böden abweichende edaphische Verhältnisse (Neopedon nach SUKOPP 1972) auf wie die postindustriellen Standorte, auf denen sich durch spontanen Gehölzaufwuchs ein von Pionierholzarten wie Birken, verschiedenen Weiden und Pappeln aufgebauter Industriewald eingestellt hat. Neben den spontan aufgewachsenen Industriewäldern auf Industriebrachen wurden die vor allem auf Berge- und Abraumhalden im Ruhrgebiet weit verbreiteten Robinienforste mit in die Untersuchungen einbezogen, da deren syndynamische Entwicklung ebenfalls noch nicht abgeschlossen ist und auch hier offene Fragen hinsichtlich der Entwicklung zur Klimax bestehen (vgl. Kap. 2). Diese Bestände sollten sowohl bezüglich ihrer floristisch-vegetationskundlichen Merkmale als auch ihrer Dynamik den spontan entstandenen Industriewäldern gegenüber gestellt werden. Da es auf Grund der enorm hohen Anzahl an industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet und der aktuell weiten Verbreitung von Industriewäldern unmöglich war, flächendeckend alle Industriewald-Bestände phytosoziologisch zu bearbeiten und eingehend zu untersuchen, sollen die Ergebnisse dieser Arbeit lediglich ein repräsentatives Abbild sowohl der spontan entstandenen als auch der künstlich begründeten Industriewälder und Waldvegetation auf den Industriebrachen des Ruhrgebietes darstellen.

5.2 Aufnahme von Flora und Vegetation nach quantitativen Merkmalen

Pflanzensoziologische Aufnahmen

Zur Charakterisierung und Typisierung der untersuchten Industriewald-Bestände wurden Vegetationsaufnahmen nach der in Mitteleuropa etablierten Methode der Braun-Blanquet- bzw. Zürich-Montpellier-Schule (BRAUN-BLANQUET 1964) durchgeführt. Sie ist eine semi-quantitative Methode, beruht also auf Schätzwerten, und berücksichtigt alle makroskopisch sichtbaren Pflanzenarten, gleichgültig, ob diese nun eine übergeordnete oder untergeordnete Rolle spielen. Die Benennung der Gefäßpflanzen erfolgt nach den Standardlisten von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) sowie BUTTLER & HAND (2008), die der verwilderten Gehölze nach FITSCHEN (1990), die der Moose nach FRAHM & FREY (2004) sowie die der Flechten nach WIRTH (1980). Alle in den Untersuchungsflächen aufgetretenen Gefäßpflanzen und Niederen Pflanzen (Moose, Flechten) wurden bestimmt. Bei Pflanzenindividuen, die vegetativ nicht eindeutig angesprochen werden konnten oder bei denen das Material nicht für eine sichere Bestimmung ausreichte, wurde eine Zusammenfassung zu Artengruppen (Aggregaten) vorgenommen. Dies betrifft in erster Linie kritische Formenkreise (vgl. Anhang I). Für jeden Pflanzenbestand wurde zunächst die vertikale Struktur, also die Schichtung, festgelegt. Vorgenommen wurde (wenn vorhanden) eine Einteilung in folgende Schichten:

1. Baumschicht
2. Baumschicht

Strauchschicht
Krautschicht
Moosschicht (nur terrestrische Moose)
Flechtenschicht (nur terrestrische Flechten)

Für die verschiedenen Pflanzensippen in den jeweiligen Schichten wurde die Artmächtigkeit geschätzt, welche sich aus der Verknüpfung der beiden Faktoren Abundanz (= Häufigkeit; Anzahl der Individuen in der Aufnahmefläche) und Dominanz (= Deckungsgrad; prozentualer Anteil der Aufnahmefläche, welcher bei senkrechter Projektion von den überirdischen Spross- und Blattorganen der Pflanzen bedeckt wird) ergibt. Die Artmächtigkeit wurde nach REICHELT & WILMANNS (1973) in eine verfeinerte, neunstufige Skala eingeteilt, bei der die Artmächtigkeit 2 präziser aufgeschlüsselt wird:

r	=	1 Individuum in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
+	=	2-5 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
1	=	6-50 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
2m	=	>50 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
2a	=	Individuenzahl beliebig; Deckung 6-15 %
2b	=	Individuenzahl beliebig; Deckung 16-25 %
3	=	Individuenzahl beliebig; Deckung 26-50 %
4	=	Individuenzahl beliebig; Deckung 51-75 %
5	=	Individuenzahl beliebig; Deckung 76-100%

Solche Schätzwerte sind erfahrungsgemäß immer mit einer gewissen Subjektivität des Schätzers verbunden, da jedoch keine populationsbiologischen Größen untersucht werden sollten, wurde ein (wenn auch kleiner) Grad der Ungenauigkeit in Kauf genommen. Der Vorteil der Methode BRAUN-BLANQUET ist zweifelsohne die Tatsache, dass sie sich zügig und einfach durchführen lässt und dabei jedoch brauchbare Ergebnisse von hohem Informationsgehalt liefert. Die Vegetationsaufnahmen wurden durch pflanzensoziologische Tabellenarbeit nach Ähnlichkeit geordnet, damit gleichartige Vegetationstypen ausdifferenziert werden konnten. Bewährt hat sich bezüglich der vegetationskundlichen Vorgehensweise die Methodik nach STOTT (1981):

1. Sammeln von Aufnahmematerial
2. Ordnen / Sortieren des Aufnahmematerials
3. Klassifizierung des Aufnahmematerials
4. Analysieren des Aufnahmematerials

Zur Charakterisierung der Vegetationstypen wurde das Aufnahmematerial nach floristisch-soziologischen Kriterien geordnet. Die Zuordnung des floristischen Inventars und der Charakterarten zu Klassen und abgestuften Syntaxa erfolge dabei nach OBERDORFER (1983a), POTT (1995), WEBER (1999) sowie KLOTZ & KÜHN (2002c).

Aufnahmezeitpunkt

Die Vegetationsaufnahmen der vorliegenden Arbeit wurden in einem fünfjährigen Zeitraum der Vegetationsperioden 2006-2010 durchgeführt. Des Weiteren floss Aufnahmematerial aus einer vorangegangenen Untersuchung über urban-industrielle Vorwaldbestände auf Industrie-

brachen im Ruhrgebiet (GAUSMANN 2006) aus den Vegetationsperioden 2003-2004 mit in die vorliegende Arbeit ein.

Aufnahmeflächengröße

Für Wälder der gemäßigten Klimazone empfiehlt DIERßEN (1990) eine Flächengröße für pflanzensoziologische Aufnahmen von 100-500 m². Zur Untersuchung wurden Flächengrößen zwischen 200-700 m² gewählt, jeweils abhängig von den auf den Brachflächen ausgebildeten Vorwald-Beständen und ihrer jeweiligen flächenhaften Ausdehnung.

Homogenitätskriterien

Die Homogenität ist in hohem Maß Ausdruck für die gleichförmige Zusammensetzung (Struktur) eines Pflanzenbestandes (FREY & LÖSCH 1998). Für Vegetationsaufnahmen wird generell empfohlen, die sogenannten Homogenitätskriterien einzuhalten, d. h. es sollten keine anthropogenen Störungen in der Aufnahmefläche vorkommen. Ferner sollte eine Gleichförmigkeit bezüglich der vorherrschenden Standortfaktoren (Relief, Boden, Wasserhaushalt, Mikroklima) gewährleistet sein, es sollten also keine prägnanten Unterschiede innerhalb der Aufnahmefläche auftreten. Urban-industrielle Brachflächen sind selten durch eine homogene Verteilung der bei der Produktion angefallenen technogenen Substrate auf den ehemaligen Produktionsstätten gekennzeichnet. Viel häufiger ist eine konfuse Verteilung von Substraten unterschiedlichster Herkunft und physikalisch-chemischen Eigenschaften der Fall (vgl. Kap. 6.3). So trat in den Untersuchungsflächen daher häufig eine Mischung aus verschiedenen Ausgangssubstraten für die Bodenbildung auf. Bei der Aufnahme von synanthroper urban-industrieller Vegetation auf Industriebrachflächen muss daher ein Maß an Heterogenität der Standortbedingung in Kauf genommen werden, da homogene Standortbedingungen, wie sie unter anderem von DIERSCHKE (1994) für geeignete Aufnahmeflächen für pflanzensoziologische Aufnahmen gefordert werden, nur bedingt einzuhalten sind.

Ermittlung der Stetigkeit

Mittels Sortierung des Aufnahmematerials der durchgeführten Vegetationsaufnahmen wurde die Stetigkeit (Frequenz), d. h. die Zahl der Aufnahmen in Prozent, in denen die betreffende Sippe vorkam, herausgearbeitet. Dabei wird keine Rücksicht auf deren Menge, also die Artmächtigkeit genommen. Die Stetigkeit wurde nach WILMANNS (1998) in fünf Klassen eingeteilt:

Stetigkeitsklasse I = 0-20 %

Stetigkeitsklasse II = 21-40 %

Stetigkeitsklasse III = 41-60 %

Stetigkeitsklasse IV = 61-80 %

Stetigkeitsklasse V = 81-100 %

Berechnung des gemittelten Deckungsgrades

Die Stetigkeit eignet sich zwar sehr gut zur Bestimmung der Häufigkeit einer Pflanzensippe in der zu typisierenden Phytozönose und damit zur Bestimmung der Gesellschaftstreue, aber sie hat dennoch nur wenig Aussagekraft darüber, ob eine Sippe nun wirklich Bestands bildend ist oder nur wenig Anteil am Aufbau der betreffenden Pflanzengesellschaft hat. Deshalb ist es sinnvoll, für die in den Vegetationsaufnahmen vorkommenden Sippen den gemittelten Deckungsgrad zu berechnen, da er sich gut für die Darstellung von Strukturcharakteristika eines Vegetationstyps eignet (DIERßEN 1990). Den Artmächtigkeiten 1 und 2m nach der verfeinerten Skala von REICHELT & WILMANNS (1973) wurde beiden der Wert 2,5 zugeordnet, da sie sich nur in der Abundanz, nicht jedoch in der Dominanz unterscheiden (s. Tab. 5). Der gemittelte Deckungsgrad wurde für jede Pflanzensippe – entsprechend ihrem Auftreten in den Vegetationsaufnahmen – in m² umgerechnet, d. h. in Bezug zur Größe der Aufnahmefläche gesetzt. Danach wurden die Werte einer Sippe in allen Schichten summiert. Der so erhaltene Wert ist der Wert in m², den die Sippe an Fläche der jeweiligen Vegetationsaufnahme in allen Vegetationsschichten deckt. Anschließend wurden die Werte aller 316 Vegetationsaufnahmen addiert.

Tab. 5: Ableitung der Mittleren Deckung aus der Artmächtigkeit (nach ELLENBERG & al. 1992; verändert)

Artmächtigkeit nach REICHELT & WILMANNS (1973)	Deckung in %	Mittlere Deckung in % nach ELLENBERG & al. (1992)
5	76-100	87,5
4	51-75	62,5
3	26-50	37,5
2b	16-25	20
2a	6-15	10
2m	5	2,5
1	5	2,5
+	<1	0,2
r	sehr gering	0

Altersstruktur

Um Aussagen über die zukünftige Waldentwicklung der untersuchten Industriewälder treffen zu können wurden die absoluten Häufigkeiten sowohl von Pionierbaumarten der *Rhamno-Prunetea* als auch der nachgewiesenen Laubbaumarten aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften in den verschiedenen Vegetationsschichten dargestellt. Dies sollte eine Abschätzung eines möglichen Trends in der weiteren Altersentwicklung in Richtung einer potentiellen Klimax-gesellschaft auf den Industriebrachstandorten ermöglichen. Eingehende Untersuchungen zur Altersstruktur von Industriewäldern im Ruhrgebiet finden sich bei LEDER & LEONHARDT (2003).

5.3 Aufnahme von Flora und Vegetation nach qualitativen Merkmalen

Floristischer Status

Floristische Statusangaben sind essentiell, um die Qualität der Flora eines Gebietes einzuschätzen, d. h. um die Flora eines bestimmten Ausschnittes eines Gebietes oder Naturraumes zu charakterisieren und das Vorkommen einer Pflanzensippe bezüglich der Natürlichkeit zu bewerten. Der floristische Status bzw. das Indigenat einer Sippe ist neben dem menschlichen Einfluss von räumlichen Faktoren abhängig und ergibt sich demnach aus der Herkunft einer Pflanzensippe, wobei eine Sippe auch mehreren Status zugeordnet werden kann. In diesem Fall liegt eine sogenannte Statusmehrdeutigkeit vor.

Schon früh hatten Geobotaniker die Anthropochoren (Hemerochoren nach BLUME & al. 1978 sowie SUKOPP 1995), d. h. alle diejenigen Sippen, die in einem Florengebiet nur infolge direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen vorhanden sind, den Idiochoren (Alteinheimischen nach SCHROEDER 1969) gegenübergestellt. Bewährt hat sich hierbei die klassische Einteilung des floristischen Status nach SCHROEDER (1969), wobei zwischen der jeweiligen Einwanderungszeit, der Einwanderungsweise (Einwanderungsmodus nach LOOS 2009) und dem Einbürgerungsgrad (Naturalisationsgrad nach SUKOPP 1995, HAEUPLER 2000 sowie LOOS 2009) einer Pflanzensippe unterschieden wird. BERGMEIER (1991) verweist auf die Notwendigkeit von differenzierten Statusangaben, um die anthropogene Abhängigkeit von Pflanzenvorkommen adäquat darstellen zu können.

Die Statuszuordnung aller im Rahmen dieser Arbeit erfassten Pflanzensippen erfolgte auf regionaler Ebene (regionaler Status), und zwar im Bezug zur jeweiligen naturräumlichen Region. Die Einteilung der Statuskategorie für die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Sippen richtet sich im Wesentlichen nach den Definitionen von SCHROEDER (1969), BERGMEIER (1991), HAEUPLER (2000), KÜHN & KLOTZ (2002), FUKAREK & HENKER (2006), SUKOPP & GERHARDT-DIERCKSEN (2007) sowie LOOS (1999 u. 2009). Die Statuseinteilung erfolgte separat für den jeweiligen Naturraum, speziell für das Niederrheinisches Tiefland nach DÜLL & KUTZELNIGG (1987), REIDL (1989 u. 1993) sowie KEIL (1999), die Statuseinteilung für die Westfälische Tieflandsbucht (inklusive mittleres Ruhrgebiet) wurde nach RUNGE (1989), REIDL (1989 u. 1993) und KEIL & LOOS (2005b u. 2005c) vorgenommen. Sippen, die dort nicht aufgeführt waren, wurden nach eigenem Einschätzen einer Kategorie zugeordnet. Solche Sippen, deren Status für das Ruhrgebiet als zweifelhaft betrachtet wird, d. h. weil es unklar ist, ob diese Sippen überhaupt jemals im Ruhrgebiet heimisch waren, wurden mit der Abkürzung zw. (= Indigenat zweifelhaft) versehen.

Die wichtigsten übergeordneten Kategorien bezüglich des floristischen Status sind die Einheimischen sowie die Adventiven, Anthropochoren und Synanthropen (HAEUPLER 2000), welche im Gegensatz zu den Einheimischen mit Hilfe des Menschen in ein Gebiet gelangt sind (WITTIG 1991a). KEIL & LOOS (2004a) betonen, dass zu den wichtigen Komponenten der Ruhrgebietsflora die Adventivpflanzen zählen (vgl. Kap. 6.6).

Einheimische:

- **Indigenophyten (= Idiochorophyten)**: Sippen, die schon immer in einem Verbreitungsgebiet vorkamen und sich dort ohne Einwirken menschlichen Einflusses entwickelt haben (Alteingesessene, Urwüchsige, Autochthone) oder zugewandert sind (Allochthone) und die fester Bestandteil der ursprünglichen Vegetation sind. Die Indigenen lassen noch nach ihrer Verbreitung bzw. ihren Standortsansprüchen unterteilen in **Ahemerophyten**, welche nur auf natürlichen Standorten vorkommen, und **Apophyten** (Abtrünnige nach SUKOPP & GERHARDT-DIERCKSEN 2007), welche sich zusätzlich auch auf anthropogene Standorte ausgebreitet haben, also eine Standortserweiterung vollzogen haben. Bei den Indigenophyten-Vorkommen auf Industriebrachen handelt es sich demnach stets um apophytische Vorkommen.

- **Anökophyten**: Sippen, die keine gesicherten Areale außerhalb der menschlichen Kulturlandschaft besitzen (Heimatlose) bzw. die erst in Koevolution mit dem Menschen entstanden sind (neogene Sippen nach KEIL & LOOS 2005c). Dazu gehören demnach auch Sippen, die sich aus neophytisch eingebrachten Sippen neu entwickelt haben. Der Verbreitungsschwerpunkt der Anökophyten liegt eindeutig auf anthropogen beeinflussten Standorten (HAEUPLER 2000), sie fehlen weitestgehend in der primären Naturlandschaft (LOOS 2009). Auf Grund ihrer engen Bindung an den menschlichen Einfluss bezeichnet SCHOLZ (1995) die Anökophyten treffend als "Indigenophyta anthropogena" und sieht sie als Teilkategorie der Indigenophyten an. ROSTAŃSKI (1998b) spricht in diesem Zusammenhang auch von "Anthropophyten".

Einwanderungszeit:

- **Einheimische**: Unabhängig vom Einwirken des Menschen eingewandert, im Allgemeinen präneolithisch (Oikophyten).

- **Archäophyten**: Sippen, deren Ansiedlung in vor- und frühhistorischer Zeit vom Neolithikum bis 1500 n. Chr. erfolgte, meist im Zuge mit der Einführung des Ackerbaus und dem Import von Saatgut als Saatgutbegleiter nach Mitteleuropa kamen (Alteinwanderer, Altheimische, Altadventive).

- **Neophyten**: Sippen, deren Ansiedlung nach 1500 n. Chr. erfolgte, meist mit Beginn regelmäßiger überseeischer Handelsbeziehungen und Einsetzen des weltweiten transkontinentalen Güteraustausches (Neueinwanderer, Neuheimische, Neuadventive).

- **Industriophyten**: Sippen, deren Ansiedlung zeitlich mit der beginnenden Industrialisierung ab 1850 erfolgte (Jüngsteinwanderer). KLINK (1996) stellt explizit den Verbreitungsschwerpunkt dieser Sippen auf Industriebrachen, Bergbauhalden und anderen neu geschaffenen, anthropogenen Standorten heraus.

- **Coloneophyten:** Hauptsächlich aus Gartenanlagen, Parks oder Friedhöfen verwilderte Pflanzensippen, welche zeitlich ab 1980/1990 verwildert sind (LOOS 2009). Der Schwerpunkt ihres Vorkommens liegt meist in Siedlungsnähe.

Einwanderungsmodus (Einwanderungsweise):

- **Ergasiophyten**: Kultivierte Sippen. Solche Pflanzen, welche direkt vom Menschen gepflanzt oder ausgesät wurden (Kulturpflanzen). Diese Sippen werden in der Flora im Allgemeinen nur berücksichtigt, wenn sie verwildern. Neben den zahlreichen gebietsfremden Kulturpflanzen gibt es jedoch auch indigene Sippen, welche in Kultur genommen wurden.

- **Ergasiolipophyten**: Kultivierte Sippen, welche als Kulturrelikt auftreten. Es handelt sich in der Regel um einzelne kultivierte Individuen inmitten von wild wachsenden Sippen (Kulturrelikte).

- **Ergasiophygophyten**: Sippen, die als Kulturpflanzen eingeführt wurden und in der Folge auch außerhalb von Kulturflächen auftreten (Kulturflüchter, Verwilderte). Die Ergasiophygophyten umfassen sowohl gebietsfremde als auch einheimische Sippen. Neben den zahlreichen verwildernden gebietsfremden Sippen existieren also auch Verwilderungen von indigene Sippen, welche in Kultur genommen wurden. Bei verwildert auftretenden Kulturpflanzen unterscheiden KEIL & LOOS (2004a) zwischen aktiver Verwilderung durch vegetative oder generative Ausbreitung und zwischen passiver Verwilderung durch weggeworfene Gartenabfälle, bei denen es in Einzelfällen zu lokalen Einbürgerungen kommen kann.

- **Akolutophyten**: Sippen, die ursprünglich nicht zur einheimischen Flora gehörten und ohne direkte Mitwirkung des Menschen völlig aus eigener Kraft eingewandert sind, deren Ansiedlung jedoch indirekt durch die Schaffung geeigneter Standorte ermöglicht wurde. Ihre Ansiedlung und Verbreitung im neu besiedelten Gebiet wird demnach erst durch die vom Menschen hervorgerufenen Standorts- bzw. Vegetationsveränderungen möglich (Eindringlinge).

- **Xenophyten**: Sippen, die unbeabsichtigt vom Menschen in ein Gebiet eingeschleppt wurden, z. B. Vogelfutterpflanzen (Eingeschleppte).

Einbürgerungsgrad (Naturalisationsgrad):

- **Agriophyten**: Adventive Sippen, die fest eingebürgert sind und wahrscheinlich auch nach Aufhören menschlichen Einflusses kulturunabhängig in der heimischen Vegetation konkurrenzfähig bleiben, da sie überwiegend naturnahe Standorte mit Primärvegetation besiedeln (Kulturunabhängige).

- **Epökophyten**: Neophytische Sippen, die eingeschleppt oder verwildert sind, sich aber nach Aufhören menschlichen Einflusses wahrscheinlich nicht halten würden, da sie überwiegend anthropogene, dauerhaften Kultureinfluss unterliegenden Standorte mit Sekundärvegetation besiedeln (Kulturabhängige).

- **Ephemerophyten**: Unbeständige Sippen, die nur vorübergehend, kurzfristig und zeitweilig Bestandteil der heimischen Flora sind und sich größtenteils nicht ausbreiten. Solche Sippen können sich in der Regel nicht aus eigener Kraft längere Zeit halten, da sie z. B. nicht winterhart sind und dadurch im Folgejahr nicht wieder auftreten oder die durch konkurrenzkräftigere Sippen wieder verdrängt werden. Es handelt sich hierbei um wild wachsende gebietsfremde Sippen, entweder mit Einbürgerungstendenz oder ohne Einbürgerungstendenz, dann nur mit vorübergehenden Auftreten (Passanten). In der Floristik versteht man meist unter den Ephemerophyten die Adventiven im engeren Sinne. Oft für Unbeständige gehalten werden die **intermittierenden Sippen**, die immer dann Auftreten, wenn ihre Standorte regelmäßigen Störungen unterliegen (Bodendynamik durch Pflügen, Grabungen, Verwundungen) (KEIL & al. 2008b). Da sie jedoch auf die direkten Einflüsse des Menschen auf ihre Wuchsorte angewiesen sind müssen sie zu den Epökophyten gerechnet werden (KEIL & al. 2008b).

- **Kultivierte**: Vom Menschen bewusst ausgebrachte Kultursippen (vor allem Gehölze), die außerhalb von Gärten und Anlagen in der freien Landschaft beobachtet werden.

- **Spontaneosynanthrope:** Im Gelände ist die Beurteilung, ob ein Pflanzenvorkommen bereits eingebürgert oder noch unbeständig ist, oftmals schwierig. Nach KEIL & al. (2008b) kann man solche Sippen, bei denen es während der Kartierung unklar war, ob sie bereits eingebürgert oder noch unbeständig sind, weil beispielsweise der Zeitraum

der Beobachtung des Vorkommens nicht ausreichend lang genug war, in die Kategorie der **Spontaneosynanthropen** stellen. Der Begriff **synanthrop** allgemein umfasst jedoch alle Statuskategorien, bei denen menschliche Tätigkeiten eine Rolle spielen.

Gesellschaftsanschluss

Zur Charakterisierung der floristischen Zusammensetzung der untersuchten Industriewälder wurde eine Analyse des Gesellschaftsanschlusses aller aufgetretenen Pflanzensippen durchgeführt, um nachvollziehbar zu machen, mit welchem Anteil Sippen aus verschiedenen Vegetationseinheiten am Aufbau der Industriewälder beteiligt sind. Die Zuordnung wurde – um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten – auf der Ebene der Klasse vorgenommen. Die Einteilung bezüglich der soziologischen Bindung der Sippen richtet sich im Wesentlichen nach OBERDORFER (1983a), POTT (1995) sowie KLOTZ & KÜHN (2002c). Da eine Vielzahl von Pflanzensippen simultan in mehreren Vegetationstypen vorkommen kann und demnach eine weite soziologische Amplitude aufweisen, wurde eine Mehrfachnennung in der Auswertung zugelassen, d. h. eine Sippe konnte mehrmals in die Wertung einfließen. Es wurde eine Zuordnung zu folgenden Klassen vorgenommen [geordnet nach dem Ordnungsprinzip der soziologischen Progression von einfach strukturierten hin zu komplexen Gesellschaftsgruppen; vgl. DIERßEN (1990); POTT (1995); WILMANNS (1998)]:

1. *Asplenietea trichomanis* (Felsspalten- und Mauerfugengesellschaften)
2. *Bidentetea tripartitae* (Zweizahn-Gesellschaften und Melden-Ufergesellschaften)
3. *Isoeto-Nanojuncetea bufonii* (Zwergbinsen-Gesellschaften, Schlammbodenröhrichte)
4. *Plantaginetea majoris* (Trittpflanzen-Gesellschaften)
5. *Montio-Cardaminetea* (Quellfluren, Waldsümpfe)
6. *Phragmitetea australis* (Röhrichte und Großseggenriede)
7. *Stellarietea mediae* (Hackfrucht- und Ackerwildkrautgesellschaften)
8. *Chenopodietea* (Einjährige Wildkrautgesellschaften)
9. *Sedo-Scleranthetea* (Sandrasen und Felsgrus-Gesellschaften)
10. *Festuco-Brometea* (Schwingel- und Trespentrockenrasen)
11. *Molinio-Arrhenatheretea* (Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes)
12. *Agrostietea stoloniferae* (Flutrasen, Feuchtweiden)
13. *Agropyretea intermedii-repentis* (Ruderale Quecken-Halbtrockenrasen)
14. *Artemisietea vulgaris* (Ausdauernde, nitrophile Hochstaudengesellschaften)
15. *Galio-Urticetea* (Nitrophile Säume)

16. *Trifolio-Geranietea* (Meso- bis thermophile Säume)

17. *Epilobietea angustifoliae* (Schlagfluren)

18. *Nardo-Callunetea* (Borstgrasrasen, Zwergstrauchheiden)

19. *Franguletea* (Bodensaure Laubholzgebüsche)

20. *Salicetea purpureae* (Uferweidengebüsche und Weidenwälder)

21. *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche)

22. *Alnetea glutinosae* (Erlenbruchwälder und Moorgebüsche)

23. *Erico-Pinetea* (Schneeheide-Kiefernwälder)

24. *Vaccinio-Piceetea* (Boreal-kontinentale zwergstrauchreiche Nadelwälder)

25. *Querco-Fagetea* (Eurosibirische Falllaubwälder)

Lebensformenspektrum

Für die in den Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen wurde ein Lebensformenspektrum angefertigt, um die Vegetation hinsichtlich dominanter Lebensformen zu charakterisieren. Der dänische Botaniker RAUNKIAER (1910 u. 1934) entwickelte eine Klassifikation der pflanzlichen Lebensformen. RAUNKIAER unterschied dabei fünf Hauptgruppen nach dem Kriterium, wo sich die Lage der Erneuerungsknospen einer Pflanze befindet, mit denen die ungünstige Jahreszeit (Dürreperiode, Kälteperiode) überdauert wird:

1. Phanerophyten:

Erneuerungsknospen in beträchtlicher Höhe (Luftpflanzen). Es wurde eine Unterscheidung der Phanerophyten in Makro- (über 8 m Wuchshöhe), Meso- (2 bis 8 m Wuchshöhe) und Nano-Phanerophyten (unter 2 m Wuchshöhe) vorgenommen.

2. Chamaephyten:

Erneuerungsknospen bis 50 cm über dem Boden. Im Rahmen dieser Arbeit wurden holzige und krautige Chamaephyten zusammengefasst.

3. Hemikryptophyten:

Erneuerungsknospen liegen dicht an der Erdoberfläche (Erdschürfepflanzen).

4. Kryptophyten / Geophyten:

Erneuerungsknospen in den Erdboden verlegt und dadurch besonders gut geschützt. Alle oberirdischen Organe (Sprossachse, Blätter) sterben gegen Ende der Vegetationsperiode vollkommen ab (Erdpflanzen).

5. Therophyten:

Ungünstige Jahreszeit wird in Samen überdauert (Annuelle und Bienne).

Ermittelt man, wie viel Prozent der vorhandenen Arten des Untersuchungsgebietes auf die jeweiligen Lebensformen bzw. Gestalttypen entfallen, so erhält man Lebensformenspektren, auch Biospektren genannt (HOFMANN 1985). Lebensformenspektren sind dazu geeignet, die Pflanzendecke einer Region, eines Gebietes oder aber auch einen Vegetationstyp zu charakterisieren. Die Einteilung aller in den Vegetationsaufnahmen aufgetretenen Sippen in Lebensformen wurde nur für die Höheren Pflanzen vorgenommen. Die Einteilung der indigenen Gefäßpflanzen in Lebensformen erfolgte nach ELLENBERG & al. (1992), die der Ergasiophygophyten nach ROTHMALER (1996 u. 2008). Sippen, die in unterschiedlichen Lebensformen auftreten können (z. B. *Conyza canadensis* als Therophyt oder Hemikryptophyt) wurden so beurteilt, wie sie als Lebensform des entsprechenden Individuums in den Aufnahmeflächen angetroffen wurden. Die Lianen stellen eine besondere Wuchsform innerhalb der Lebensformen dar. Sie können in mehreren Lebensformen auftreten, daher wurde innerhalb der Untersuchungen zwischen therophytischen Lianen, hemikryptophytischen Lianen und phanerophytischen Lianen unterschieden.

Physiognomische Typisierung verschiedener Altersstadien der Gehölzsukzession

Um einen Überblick zum zeitlichen Verlauf der Gehölzsukzession zu gewinnen, der häufig mit strukturellen Schwankungen im Arteninventar und im Aufbau der Bestände verbunden ist, wurde ein Versuch unternommen, die verschiedenen Gehölzsukzessionsstadien in typische, physiognomische klar differenzierbare Einheiten zu gliedern. Dies soll einer sicheren Ansprache bezüglich des Alters der Bestände und einer konzeptionellen Klassifizierung der verschiedenen Altersstadien der Sukzession dienen.

Ermittlung ökologischer Zeigerwerte nach ELLENBERG

Die Zeigerwerte nach ELLENBERG & al. (1992) dienen der ökologischen Raumbewertung bzw. Standortscharakterisierung. Sie beinhalten Informationen über das ökologische Verhalten der Pflanzensippen. Das ökologische Verhalten beschreibt das Verhalten einer Pflanzensippe im Freiland unter Konkurrenzbedingungen. Der Wettbewerb zwischen den einzelnen Sippen bedingt, das die Pflanzen Mitteleuropas häufig nicht auf ihren optimalen Standorten vorkommen, sondern auf Standorten zu finden sind, auf die sie durch die Wettbewerbssituation der Sippen untereinander abgedrängt wurden (KLINK 1996). Das bedeutet, dass die Ansprüche einer Sippe an ökologische Optimalbedingungen und ihr ökologisches Verhalten voneinander abweichen. Bewertet werden bei den Zeigerwerten nach ELLENBERG jeweils drei klimatische Faktoren (Licht, Temperatur, Kontinentalität) und drei edaphische Faktoren (Feuchte, Reaktion, Stickstoffgehalt). Mit ihrer Hilfe lassen sich zu untersuchende Pflanzenbestände recht gut ökologisch kennzeichnen. Ihr Nachteil ist jedoch, dass sie häufig nur eine regionale Gültigkeit besitzen, d. h. sie beziehen sich nur auf Vegetationsbereiche, in denen die Sippen optimal entwickelt sind (FREY & LÖSCH 1998). Des Weiteren dienen sie lediglich dazu, gewisse ökologische Tendenzen darzustellen und haben nur eine qualitative Aussagekraft. Trotzdem eignen sich die Zeigerwerte gut zur ökologischen Interpretation pflanzensoziologischer Daten, wobei vor allem die mittleren Zeigerwerte (Mediane) zur Anwendung kommen. Zur ökologischen Kennzeichnung der untersuchten Bestände wurden die Mediane der edaphischen Faktoren Feuchte, Reaktion und Stickstoff für einzelne, gesondert zu charakterisierende Vegetationsaufnahme berechnet.

Ein grundlegendes Problem stellte bei der Berechnung der mittleren Zeigerwerte der hohe Anteil nichteinheimischer Pflanzen in den Vegetationsaufnahmen dar. Da ELLENBERG & al. (1992) die Zeigerwerte nur für mitteleuropäische Pflanzen evaluiert haben, konnten diese in die Berechnung nicht einfließen, weil sie aus anderen klimatischen Regionen bzw. Florenregionen stammen und dementsprechend (noch) keine Zeigerwerte besitzen.

Ausbreitungsstrategie

Die Ausbreitungsmechanismen von Pflanzen sind sowohl chorologische, diasporologische als auch pflanzenphysiologische Fragestellungen. Die Ausbreitungsstrategie bzw. der Ausbreitungsmodus einer Pflanzensippe ist entscheidend für ihre Fähigkeit, neue Lebensräume und Standorte zu besiedeln und damit essentiell für den weiteren Fortbestand dieser Sippe. Die Ausbreitung kann dabei nach FRANK & KLOTZ (1990) sowie BONN & POSCHLOD (1998)

auf unterschiedlicher Weise erfolgen, entweder mittels eines Ausbreitungsmediums (Wasser, Wind, Tiere, Menschen) oder auch ohne ein solches Medium (Selbstausbreitung). Die Diasporenfernausbreitung kann in der technologisierten Umwelt anthropogen durch Anhaften der Diasporen an Kraftfahrzeugen oder als Verschleppung im Ballastwasser von Schiffen erfolgen. Auf die Effektivität des anthropogenen Diasporentransportes durch Transportfahrzeuge weisen VON DER LIPPE & KOWARIK (2007 u. 2008) hin. Im urban-industriellen Raum kommt dem Menschen als Faktor bei der Ausbreitung von Pflanzensippen eine besondere Rolle zu, und zwar in Form der Kultivierung einer Vielzahl an einheimischen und gebietsfremden Pflanzensippen in Gärten, Parkanlagen, Friedhöfen, als Straßenbäume und Einsaaten. Da ein Großteil der industriellen Brachflächen des Ruhrgebietes mitten im Ballungsraum liegt und somit durch eine ausgeprägte Habitatisolation gekennzeichnet ist, z. B. in Form einer meist großen Distanz zu naturnahen Waldgebieten, kommt der Untersuchung der Ausbreitungsstrategie der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Sippen eine besondere Bedeutung zu, da diese entscheidend für die Intensität und die Zeitdauer der pflanzlichen Wiederbesiedlung der Industriebrachflächen ist. Die Ausbreitung von Diasporen durch Ameisen (Myrmechochorie) spielt vor allem für Waldarten eine große Rolle. Da der Fokus innerhalb der vorliegenden Untersuchung vor allem auf den Waldarten lag (vgl. Kap. 2), kommt daher den myrmechochoren Sippen eine verstärkte Beachtung zu. Bei einem Großteil der Pflanzenarten erfolgt die Ausbreitung durch mehrere Ausbreitungsvektoren. Unterschieden wurden nach BONN & POSCHLOD (1998) folgende Ausbreitungsstrategien:

1. Autochorie (Selbstausbreitung):

BONN & POSCHLOD (1998) verstehen unter Autochorie die pflanzeneigenen Ausbreitungsmöglichkeiten, entweder durch Bewegungen der Mutterpflanze oder durch die Bewegung der Diasporen selbst. Im Rahmen dieser Arbeit werden hierunter alle Arten zusammengefasst, welche sich entweder generativ durch Früchte und Samen oder vegetativ durch unter- oder oberirdische Ausläufer (Polykormone, Stolonen) eigenständig ausbreiten.

2. Anemochorie (Windausbreitung):

Diasporen, welche auf Grund ihrer morphologisch-anatomischen Eigenschaften potentiell durch den Wind ausgebreitet werden können, stellen in der Regel den höchsten Anteil aller Ausbreitungstypen dar (BONN & POSCHLOD 1998). Der Anemochorie wird im Allgemeinen hinsichtlich der Ausbreitungsentfernung das höchste Ausbreitungspotential zugeschrieben. Generell ist aber damit auch eine gewisse eingeschränkte Ausbreitungseffektivität verbunden, da die Diasporen auf Grund des ungerichteten Transportes häufig keine geeignete Schutzstelle

für das Wachstum erreichen. Durch die zumeist hohe Diasporenproduktion anemochorer Arten wird dieser Umstand zumindest teilweise kompensiert (BONN & POSCHLOD 1998). Die Anemochorie umfasst sowohl die Meteorochorie (Ausbreitung durch flugfähige Diasporen) inkl. der Sonderform Trichometeorochorie (Haarschirmflieger, z. B. bei *Taraxacum* spec.) und Chamaechorie (Ausbreitung als Steppenroller, "Steppenhexe", "Wüstenbesen", z. B. *Eryngium campestre*, *Asparagus officinalis*).

3. Hydrochorie (Wasserausbreitung):

Ausbreitung erfolgt mittels des Transportmediums Wasser. Die Diasporen schwimmen entweder an der Gewässeroberfläche (Nautochorie) oder unter der Wasseroberfläche (Submersochorie). Bei einigen Arten werden die Diasporen auch mit Hilfe der Fallenergie von Regentropfen ausgestreut (z. B. *Sedum acre*, *Prunella vulgaris*), auch wenn dadurch nur geringe Distanzen von weniger als einem Meter überwunden werden können (BONN & POSCHLOD 1998). Diese Ausbreitungsform wird als Ombrochorie bezeichnet.

4. Zoochorie (Tierausbreitung):

Bei der Ausbreitung durch Tiere spielen vor allem Wirbeltiere eine große Rolle, wobei sich die Ausbreitungseigenschaften verschiedener Tierarten deutlich unterschieden und damit auch ihr Einfluss auf die Vegetation. Es wurden insgesamt vier verschiedene Ausbreitungsmechanismen durch Tiere unterschieden.

4.a Epizoochorie (Klettausbreitung):

Ausbreitung von Diasporen durch die Verschleppung im Fell von Herbivoren (BONN & POSCHLOD (1998). Vorraussetzung dafür sind Diasporen mit Kleb- oder Kletthaaren, Widerhaken oder anderen Anhaftorganen, welche den Transport der Ausbreitungseinheiten im Fell gewährleisten.

4.b Endozoochorie (Darm- bzw. Verdauungsausbreitung):

Auf die Habitatbindung von Früchte fressenden Vogelarten verweist KOLLMANN (1994), der nachwies, dass der durch Endozoochorie verursachte Diasporenniederschlag auf bestimmte Phytozönosen konzentriert wird. Vor allem Früchte fressende Kleinvogelarten zeigten eine enge Bindung an ältere, hohe Gebüschstadien, was vermutlich auf dem besseren Schutz vor Prädatoren als auch auf dem besseren Nahrungsangebot beruht.

4.c Synzoochorie / Dysochorie (Speicherausbreitung):

Bei der Verbreitung von Diasporen durch die Anlage von Nahrungsreservoirs spielen vor allem verschiedene Vogelarten (Ringeltauben, Eichelhäher, Elster und andere Rabenvögel) und Kleinsäugetiere (Mäuse, Eichhörnchen) eine Rolle. Die Ausbreitung durch Nagetiere wird auch als Glirochorie bezeichnet. BONN & POSCHLOD (1998) verweisen darauf, dass vor allem große, nährstoffreiche Früchte (z. B. von *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* spec., *Castanea sativa*, *Juglans regia*) versteckt werden. Der Vorteil für Flora und Vegetation liegt darin, dass angelegte Vorratsdepots nicht wiedergefunden werden und die Diasporen dann zur Keimung kommen.

4.d Myrmechochorie (Ameisenausbreitung):

Nach BONN & POSCHLOD (1998) können auch Wirbellose (Invertebraten) als Ausbreitungsvektoren fungieren, wobei lediglich die Ameisen eine größere Bedeutung als Ausbreiter in Mitteleuropa haben. Insbesondere für die krautigen Waldbodenpflanzen spielt die Ameisenausbreitung eine große Rolle für die erfolgreiche Ausbreitung. Häufig haben sich enge Spezialisierungen gebildet, z. B. durch die Ausbildung von Ölkörpern (Elaiosomen) an den Diasporen, welche die Attraktivität zum Verschleppen durch die jeweiligen Ameisenarten erhöhen (z. B. bei *Carex pilulifera, Luzula pilosa*). Häufig legen myrmechochore Arten ihre Sprossachsen auf den Waldboden nieder, damit die Diasporen für die Ameisen leichter erreichbar sind.

5. Anthropochorie / Hemerochorie (Menschenausbreitung):

Durch sein wirtschaftendes Handeln sowie seine Zivilisationstätigkeiten ist auch der Mensch ein wichtiger Ausbreitungsvektor für die Ausbreitung von Pflanzenarten geworden (vgl. WITTIG 1991a; BONN & POSCHLOD 1998).

5.a Ethelochorie (Kulturausbreitung):

Die Ethelochorie umfasst alle Ausbreitungsvorgänge, bei denen Diasporen absichtlich gehandelt, gesät oder gepflanzt werden und wurden. Diese Form der Ausbreitung umfasst hauptsächlich die Ergasiophyten (Kultivierte).

5.b Speirochorie (Saatgutbegleitausbreitung):

Ausbreitung von Diasporen als in der Regel unerwünschte Saatgutbegleiter, beginnend schon im Neolithikum mit dem Sesshaftwerden des Menschen. Solche Saatgutbegleiter sind stark

von den acker- und gartenbaulichen Tätigkeiten des Menschen abhängig (BONN & POSCHLOD 1998). Durch die moderne Saatgutreinigung sind jedoch viele Saatgutbegleiter inzwischen sehr selten geworden und hochgradig gefährdet (z. B. *Agrostemma githago*).

5.c Agochorie (Transportausbreitung):

Unter dem Begriff der Agochorie verstehen BONN & POSCHLOD (1998) die unbeabsichtigte Ausbreitung durch den Transport von Gütern oder die Ausbreitung durch sonstige Siedlungstätigkeiten, z. B. den Transport von Diasporen mittels Fahrzeugen und im Balastwasser von Schiffen. VON DER LIPPE & KOWARIK (2007 u. 2008) verweisen in diesem Zusammenhang auf den Straßenverkehr als effektives Transportmittel von Diasporen auch über größere Distanzen. BONN & POSCHLOD (1998) stellen jedoch auch heraus, dass die Agochorie der Ausbreitungsprozess mit der geringsten Selektivität darstellt, insbesondere was Anzahl und Qualität der Diasporen betrifft. Dies bedeutet, dass die Agochorie stärker von Zufallswahrscheinlichkeiten abhängt als jeder andere Ausbreitungsvektor.

Hemerobie

Unter dem Hemerobiegrad versteht man in der Ökologie den Grad der menschlichen Beeinflussung eines Ökosystems, d. h. den andauernden Kultureinfluss, dem ein Ökosystem unterliegt (SUKOPP & al. 1973). Mit Hilfe der Einordnung eines Ökosystems in einen bestimmten Hemerobiegrad lässt sich der Natürlichkeitsgrad dieses Ökosystems darstellen, ob es einen naturnahen oder einen naturfernen Zustand aufweist. Die Gliederung der verschiedenen Hemerobiestufen und die daraus resultierenden Rangordnungszahlen (s. Tab. 6) richtet sich im Wesentlichen nach SUKOPP & al. (1973), KUNICK (1974), FRANK & KLOTZ (1988 u. 1990) sowie KLOTZ & KÜHN (2002b):

1 = ahemerob	fast ohne menschlichen Einfluss
2 = oligohemerob	sehr geringer menschlicher Einfluss
3 = mesohemerob	mäßiger menschlicher Einfluss
4 = beta-euhemerob	mittlerer menschlicher Einfluss
5 = alpha-euhemerob	starker menschlicher Einfluss
6 = polyhemerob	sehr starker menschlicher Einfluss
7 = metahemerob	überaus starker menschlicher Einfluss

Tab. 6: Abstufungen des Kultureinflusses auf Ökosysteme (Hemerobiegrade) (nach SUKOPP & al. 1973, KUNICK 1974, FRANK & KLOTZ 1988; verändert)

			Kriterien für die Abgrenzung der Stufen		
Hemerobiegrad	**Beispiel**	**Kultureinfluss**	**Substrat und Boden**	**Vegetation**	**Anteil von Neophyten am Gesamtsippenspektrum**
metahemerob	vergiftete oder mit Bioziden behandelte Ökosysteme; intakte Gebäude und deren Innenräume	sehr stark, tendenzielle Vernichtung aller Lebewesen	Mangel oder Übermaß an organischen Stoffen; toxische Stoffe oder extreme physikalische Einwirkungen	nur spezialisierte und / oder extrem euryöke Sippen	–
polyhemerob	konkurrenzarme Pionierbiozönosen (z. B. viele kurzlebige Ruderalgesellschaften)	kurzfristige u. aperiodische Entstehung u. Vernichtung von Standorten	stark verändert (Neopedon), z. B. Mörtel, Gießereischlacken, Bergwerkshalden	starke Vereinfachung der Struktur und Destabilisierung der Vegetation; Ausrottung wenig toleranter Sippen	21–80%
euhemerob	meist ausdauernde Ruderalgesellschaften, Acker- u. Gartenunkrautfluren, Forsten aus floren- u. standortsfremden Sippen	anhaltend stark	verändert (Kultosole, Regosole u. a.)	Vegetation u. Flora vom Menschen bedingt ("naturfremde Vegetation")	13–20%
mesohemerob	Fettweiden, Heiden, Trocken- u. Magerrasen, Forsten aus standortsfremden Sippen	schwächer oder periodisch	nicht völlig umgewandelt oder sich wieder dem Naturzustand nähernd (u. a. Aufschüttungsböden)	Vegetationsbild vom Menschen bedingt ("naturferne Vegetation")	5–12%
oligohemerob	Durchforstete oder schwach beweidete Wälder, Salzwiesen, wachsende Hoch- und Flachmoore	nicht stärker als dass die ursprünglichen Züge der Vegetation am Naturstandort noch deutlich zutage treten	fast keinerlei Veränderung	reale Vegetation stimmt mit der potentiell natürlichen Vegetation überein ("naturnahe Vegetation")	< 5%
ahemerob	Wasser-, Moor- und Felsvegetation in manchen Teilen Europas; in Mitteleuropa nur Teile der Hochgebirgsvegetation	nicht vorhanden	natürlich gewachsene Böden (z. B. Cambisol, Luvisol)	Vegetation vom Menschen nicht berührt ("natürliche Vegetation")	0%

Urbanität

Die Urbanitätsstufe erlaubt Aussagen, in welchem Maße eine Pflanzensippe in ihrem ökologischen Verhalten an Städte gebunden ist ("Stadtbindung"). Etabliert hat sich dabei die fünfstufige Skala nach WITTIG & al. (1985), FRANK & KLOTZ (1988 u. 1990) sowie KLOTZ & KÜHN (2002b):

urbanophil	=	Sippe ist an Städte gebunden
mäßig urbanophil	=	Sippe findet sich vorwiegend in Städten
urbanoneutral	=	Sippe verhält sich neutral gegenüber Städten
mäßig urbanophob	=	Sippe findet sich vorwiegend außerhalb von Städten
urbanophob	=	Sippe findet sich nur außerhalb von Städten

Alle in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Pflanzensippen wurden in diese Skala eingeordnet, sofern dies möglich war. Für einen Großteil der in den Untersuchungen aufgetretenen Ergasiophygophyten, für den Großteil der *Rubus*-Sippen und viele neogene Sippen (vor allem Hybriden) existieren jedoch noch keine Einschätzungen bezüglich ihrer ökologischen Bindung an Städte. Solche Sippen, bei denen keine Einordnung möglich war, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Ökologische Strategietypen

Für die Besiedlung neuer und die Behauptung in bereits vorhandenen Lebensräumen und Biotopen sind Konkurrenz- und Anpassungsverhalten einer Pflanzensippe von großer Bedeutung. Nach GRIME (1974 u. 1979), FRANK & KLOTZ (1990) sowie KLOTZ & KÜHN (2002a) lassen sich dabei mehrere ökologische Strategietypen unterscheiden, zwischen denen es aber auch Übergangstypen gibt. Alle in den Vegetationsaufnahmen aufgetretenen Sippen wurden, sofern dies möglich war, einer Kategorie zugeordnet. Sippen, die keinem Strategietyp zugeordnet werden konnten bzw. für die noch keine Zuordnung existiert (dies betrifft vor allem die Ergasiophygophyten) flossen nicht mit in die Auswertung ein. Insgesamt wurde eine Einteilung in sieben Gruppen vorgenommen:

1. Konkurrenzstrategen:

Langlebige Sippen mit langsamen, geringen bis mittleren Biomassenzuwachs aber hoher Konkurrenzkraft, welche sich bei gleichbleibenden stabilen Umweltbedingungen langfristig durchsetzen (vor allem Holzgewächse und hochwüchsige krautige Arten wie Stauden).

2. Ruderalstrategen:

Sippen mit schnellen, hohen Biomassenzuwachs und geringer Konkurrenzkraft, welche kurzlebige, von anderen Sippen noch nicht eingenommene Pionierstandorte besiedeln, auf denen sie aber langfristig von diesen verdrängt werden. Ruderalstrategen gelangen meist schon recht früh in ihrem Lebenszyklus zur Fruchtreife und produzieren dann meist sehr viele Diasporen, um ihr Überleben langfristig zu sichern (vor allem annuelle Sippen, selten auch Gehölze wie z. B. *Buddleja davidii*).

3. Streßstrategen:

Sippen mit geringen Biomassenzuwachs und meist geringer Konkurrenzkraft, aber dafür mit Anpassungen an extreme Standortbedingungen (z. B. hoher Salzgehalt oder Schwermetallvorkommen im Boden, Trockenheit, Kälte). Durch ihre Anpassungen sind diese Sippen gegenüber Konkurrenz- und Ruderalstrategen auf diesen Standorten im Vorteil und können sich dort auf Dauer halten. Sie sind oft langlebig, weisen aber nur geringe Produktions- und Reproduktionsraten auf (KLOTZ & KÜHN 2002a).

4. Konkurrenz-Ruderal-Strategen:

Übergangstyp zwischen Konkurrenz- und Ruderalstrategen. Es sind nach KLOTZ & KÜHN (2002a) entweder großwüchsige, überwinternde einjährige Arten oder kurzlebige ausdauernde Arten.

5. Konkurrenz-Streß-Strategen:

Übergangstyp zwischen Konkurrenz- und Streßstrategen. Es handelt sich um ausdauernde konkurrenzkräftige Arten auf Standorten mit mindestens einem ökologischen Faktor im Minimum oder Maximum. Hierzu gehören nach KLOTZ & KÜHN (2002a) Helophyten (Sumpfpflanzen) oder Arten der Trockenstandorte (z. B. xerotherme Säume).

6. Streß- Ruderal-Strategen:

Übergangstyp zwischen Streß- und Ruderalstrategen. Es sind kurzlebige Arten auf Standorten mit ebenfalls einem ökologischen Faktor im Minimum oder Maximum (z. B. kurzlebige einjährige Arten auf Trocken oder Nassstandorten oder leicht salzhaltigen Böden).

7. Konkurrenz-Streß-Ruderal-Strategen:

Intermediärer Typ, zwischen allen Haupttypen stehend. Es sind nach KLOTZ & KÜHN (2002a) meist relativ kleinwüchsige, kurzlebige ausdauernde Rosettenpflanzen oder es sind Sippen mit mittlerem Biomassenzuwachs und mittlerer Konkurrenzkraft, welche Nischen relativ gut besiedeln können und dann meist nur eine mittlere Lebensdauer haben.

5.4 Ermittlung des Brusthöhendurchmessers von *Betula pendula*

Unter dem Brusthöhendurchmesser (BHD) wird der Durchmesser eines Baumstammes in Brusthöhe verstanden. Er wird in Mitteleuropa in einer festgesetzten Höhe von 130 cm bestimmt und dient bei der forstlichen Bestandsaufnahme der Ermittlung der produzierten Biomasse, um in der Regel ökonomisch relevante Kennwerte zu erhalten (KRAMER & AKÇA 2008). In dieser festgesetzten Stammhöhe von 130 cm ist gewährleistet, dass der Einfluss der Wurzelanläufe keinen Einfluss mehr auf den Stammdurchmesser ausübt. Der Brusthöhendurchmesser erlaubt Rückschlüsse auf unterschiedliche Alters- und Produktionsstufen sowie Wuchsstadien der Bäume (s. Tab. 7). Des Weiteren erlaubt er Angaben zur vertikalen Raumstruktur sowie zur Altersstruktur von Waldbeständen. Der Brusthöhendurchmesser schwankt innerhalb einer Baumart beträchtlich zwischen frei stehenden Solitärbäumen und Baumindividuen in einem geschlossenen Bestand, was auf die Konkurrenzverhältnisse zwischen den einzelnen Baumindividuen zurückzuführen ist. Der Brusthöhendurchmesser wurde in den Untersuchungsflächen jeweils am höchsten Baum eines Bestandes in 130 cm Höhe ermittelt. Insgesamt wurden 150 Individuen von *Betula pendula* vermessen. Ziel der Bestimmung des Brusthöhendurchmessers war es, die Industriebrachenstandorte auf die potentielle Wüchsigkeit von *Betula pendula* auf unterschiedlichen Ausgangssubstraten zu untersuchen. Des Weiteren wurde eine Einteilung aller eingemessenen Bäume in unterschiedliche Altersstufen (Wuchsklassen) vorgenommen (s. Tab. 7).

Tab. 7: In der Biotopkartierung Nordrhein-Westfalens unterschiedene Altersstufen von Bäumen (nach LANUV 2011; BHD = Brusthöhendurchmesser)

Altersstufe	**Merkmal**
Stangenholz	BHD 7-14 cm
Geringes Baumholz	BHD 14-38 cm
Mittleres Baumholz	BHD 38-50 cm
Starkes Baumholz	BHD 50-80 cm

5.5 Ermittlung des pH-Wertes

Der pH-Wert ist ein für die Flora hochrelevanter Standortfaktor, welcher für die Verteilung von Basen- oder Kalk liebenden oder Säure ertragenden Pflanzenarten entscheidend ist. Ausnahmen stellen lediglich solche Arten dar, welche bezüglich der Reaktionszahl nach ELLENBERG & al. (1992) ein indifferentes Verhalten zeigen. In natürlichen bis naturnahen Waldgesellschaften ist der pH-Wert ein regulierender Faktor, der sowohl die Qualität als auch die Quantität an Gefäßpflanzenarten – vor allem der krautigen Waldbodenpflanzen – steuert.

Auf Industriebrachflächen und Halden der Montanindustrie ist der pH-Wert ebenso wie auf natürlichen Ausgangsgesteinen unmittelbar vom jeweiligen Substrat abhängig und für verschiedene Abfallprodukte industriezweigspezifisch (vgl. Kap. 6.3). Der pH-Wert wurde bei jeder angefertigten Vegetationsaufnahme direkt im Gelände mit dem Hellige-Pehameter in fünf cm Bodentiefe, also im Hauptwurzelhorizont der Pflanzen, bestimmt. Das Hellige-Pehameter ist zwar mit einer gewissen Ungenauigkeit verbunden, eignet sich aber gut zur schnellen Erfassung des pH-Wertes im Gelände.

6 Naturräumliche Ausstattung des Untersuchungsgebietes

6.1 Geologie des Untersuchungsgebietes

Das Ruhrgebiet hat Anteil an drei größeren naturräumlichen Einheiten bzw. Naturlandschaften: im Süden erreicht es mit dem Süderbergland das Rheinische Schiefergebirge, im Norden hat es Anteil an der Westfälischen Bucht, im Westen erreicht es das Niederrheinische Tiefland (DEGE & DEGE 1980). Damit liegt es im Grenzbereich zwischen zwei naturräumlichen Großeinheiten in Mitteleuropa, nämlich zwischen dem Norddeutschen Tiefland einerseits und der zentraleuropäischen Mittelgebirgsschwelle andererseits und stellt gewissermaßen ein Ökoton dar. Da der Untersuchungsraum der vorliegenden Arbeit von Duisburg im Westen bis Bönen im Osten reicht, umfasst er demnach mehrere naturräumliche Einheiten bzw. Landschaften. Im westlichen Teil reicht der Untersuchungsraum bis in das Niederrheinische Tiefland (Mittlere Niederrheinebene), im östlichen Teil bis in die Westfälische Bucht (Emscherland, Westenhellweg). Dementsprechend unterschiedlich ist die jeweilige naturräumliche Ausstattung dieser Landschaftseinheiten.

Nördlich der Ruhrhöhen erstreckt sich die Hellwegzone, eine weithin ebene, leicht nach Norden abfallende Fläche mit bis zu 12 m mächtiger Lößauflage aus Saale- und Würm-

Weichsel-Eiszeit (DEGE & DEGE 1980). Unter dem Löß liegen Ablagerungen aus der Oberen Kreide (Cenoman und Turon), die stark Wasser führend sind und die gesamte Westfälische Bucht unterlagern. Der Hellweglandschaft schließt sich nach Norden im Emscherland die Emscherniederung bzw. das Emschertal an. Cenoman und Turon werden hier von ebenfalls kreidezeitlichen Emschermergeln überlagert, die stark Wasser stauend wirken und dadurch die Ausbildung einer Bruch- und Sumpflandschaft mit Erlen- und Weiden-Dickichten begünstigten (DEGE & DEGE 1980) (vgl. Kap. 6.5). Im Westen des Ruhrgebietes ab dem Essener Stadtgebiet dominieren die Hauptterrassen-Ablagerungen des Rheins im Untergrund und bilden damit den Übergang zum Niederrheinischen Tiefland, das sich in die Niederrheinischen Sandplatten nördlich von Oberhausen und die Mittlere Niederrheinebene im Stadtgebiet von Duisburg und Oberhausen unterteilen lässt (DEGE & DEGE 1980).

6.2 Natürliche Böden des Untersuchungsgebietes

Die natürlichen Böden des Untersuchungsgebietes sind in der Mittleren Niederrheinebene im westlichen Ruhrgebiet (Duisburg, Oberhausen) durch die Nieder- und Hauptterrassenablagerungen des Rheins sowie lokale äolische Flugsandüberdeckungen gekennzeichnet, die häufig eine Podsol-Bildung zur Folge hatten. In den Flusstälern von Emscher und Ruhr wären Auenböden mit Gleyen und Pseudogleyen von mittlerer bis hoher Nährstoffversorgung des Emscherlandes (Bottrop, Gelsenkirchen, Herten, Herne, Castrop-Rauxel, Recklinghausen, nördl. Essen, nördl. Bochum) sowie im Übergang zwischen Westenhellweg zum Süderbergland weit verbreitet (BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMFORSCHUNG 1963; KUNTZE & al. 1981). In der Niederterrasse der Emscher sind auch fluviatile sandige Ablagerungen verbreitet, welche von sandigem bis tonigem Lehm überlagert sind (BURGHARDT 2009). Der Westenhellweg (Essen, Bochum, Dortmund, Kamen, Unna) selbst ist durch seine Löß- und Sandlößbedeckung durch eine Bildung von Braunerden und Parabraunerden mit günstiger Wasserhaltung sowie Pseudogley-Parabraunerden gekennzeichnet, welche sich über pleistozänem Geschiebelehm sowie im Norden des Westenhellwegs über Sanden und Kiesen der Emscher-Hauptterrasse gebildet haben. Die natürlichen Böden und der natürliche geologische Untergrund sind jedoch vor allem im zentralen Bereich des Ballungsraumes Ruhrgebiet und auf den Industriebrachflächen großflächig durch anthropogene Auflagerungsböden überdeckt und haben dementsprechend als Geofaktor sowie als ökologisches Merkmal für die Ausprägung der Vegetation keine entscheidende Bedeutung (vgl. Kap. 6.3).

6.3 Böden und oberflächennaher Untergrund auf Industriebrachflächen

Durch die auf den Industrieflächen des Ruhrgebietes stattgefundene Ablagerung technogener Substrate in Form von Reststoffen und Abfallprodukten aus Bergbau, Kokereibetrieben und Stahlwerken wurden die skelettfreien natürlichen Böden aus Lößlehmen, Emschermergeln, Flugsanden und Sanden, welche von Natur aus im Ruhrgebiet vorherrschen würden (vgl. Kap. 6.1 und 6.2), von skelettreichen Böden abgelöst (BURGHARDT 1997). Diese technogenen Substrate haben mit den natürlicherweise auftretenden Böden nichts mehr gemein. Die pflanzliche Besiedlung von Brachflächen der Kohle- und Stahlindustrie ist aus diesem Grund – neben dem Diasporenangebot – in starkem Maße abhängig von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Ausgangssubstrates, wie z. B. Bergematerial, Abfallprodukten und anderen Substraten (REBELE & DETTMAR 1996). Generell lässt sich sowohl für jedwede industrielle Brachfläche mit aufgeschüttetem Substrat bilanzieren, dass die auf anthropogenen Aufschüttungssubstraten wachsenden Pflanzen primär auf das Niederschlagswasser als Wasserquelle angewiesen sind, da durch die Erhöhung der Reliefverhältnisse meist kein Anschluss an das Grundwasser gegeben ist. Lediglich die Bäume können durch die Ausbildung von tief reichenden Wurzeln noch Wasser aus dem Grundwasserkörper aktivieren. Der Wasserhaushalt solcher Standorte wird folglich fast ausschließlich durch Niederschläge bestimmt (FELDMANN 1987).

Substrate der Montanindustrie

Substrate der Montanindustrie umfassen alle Aufschüttungen und Ablagerungen mit Rückständen, Abfällen und Produkten aus Bergbau, Kokserzeugung und Erzverhüttung, wie Bergematerial, Kohle, Koks, Kohleschlamm, Schlacken und Aschen. Nach Betriebsschließung wurden alte Zechen- und Kokereistandorte häufig mit Bergematerial, Aschen und Schlacken überschüttet (HÜTTER 1993). BURGHARDT (2009) weist zusätzlich auf die große Bedeutung von Stäuben als Ausgangssubstrat der Bodenbildung auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet hin. Diese meist durch einen hohen Gehalt an organischen Stoffen gekennzeichneten Stäube, vor allem Kohlenstäube, sind in großen Mengen beim Transport der geförderten bzw. produzierten Güter angefallen.

Berge, das taube Gestein, welches an die Oberfläche befördert wurde, um an die flözführenden Schichten zu gelangen, wurde im Ruhrgebiet oftmals zu größeren Bergehalden aufgehaldet. So entstand vor allem im nördlichen Ruhrgebiet eine kleine Gebirgswelt (BURGHARDT 2009), wobei die großflächige Reliefumgestaltung zur Schaffung einer Land-

schaft beitrug, die partiell Hügellandschaftscharakter hat. Das bei der Kohleförderung anfallende Gestein, welches in Form von Abraum bzw. Berge anfällt, setzt sich im Ruhrgebiet aus Material der oberkarbonischen Deckschichten zusammen, welche als Hauptkomponenten Sandsteine, Tonschiefer, Schiefertone oder Konglomerate in plattiger, granulatartiger bis feinsandiger Form enthalten und meist zechennah aufgehaldet wurden (FELDMANN 1987). Das auf Bergehalden und Zechenbrachen oberflächennah anstehende Gesteinsmaterial aus Berge ist in seinen physikalisch-chemischen Eigenschaften und seiner Korngröße einzigartig auf der ganzen Welt, da solche oberkarbonischen Sand-, Silt- und Tonsteine nirgendwo in der Naturlandschaft als Lockermaterial vorkommen, sondern nur als Festgestein. Berge ist nach BURGHARDT (1988) ein natürliches Substrat, das eine Reihe anthropogener Veränderungen aufweist, die mit der technischen Ablagerung oder technischen Umbildung zusammenhängen.

Das Bergematerial, welches im Ruhrkohlenbergbau in großen Mengen anfiel und nur in geringen Anteil wieder unterirdisch im Bergeversatz als Füllmaterial verbaut wurde, ist durch eine sehr dunkle Farbe gekennzeichnet und kann sich deshalb während der Sommermonate tagsüber stark aufheizen. Nachts ist dann die Ausstrahlung dementsprechend hoch, so dass diese Flächen als thermische Extremstandorte gelten müssen (HELD & SCHMITT 2001). Zudem kann Bergematerial teilweise hohe Salzkonzentrationen enthalten und ist stellenweise stark verdichtet (REBELE & DETTMAR 1996). In einigen Regionen der Bundesrepublik Deutschland begründen Substrate aus der Montanindustrie (Kohle-, Kokerei- und Stahlindustrie) die häufigsten Bodenkontaminationen (PIETSCH & KAMIETH 1991). Insbesondere Kokereiablagerungen enthalten oftmals beträchtliche Mengen an toxischen Cyaniden und Teerölen (REBELE & DETTMAR 1996; MANSFELDT & al. 1998).

Im Ruhrgebiet wurden Millionen Tonnen Montansubstrate, hauptsächlich Grubenberge und Waschberge, abgelagert bzw. zu Halden aufgeschüttet, meist in unmittelbarer Nähe der Schachtanlagen (PIETSCH & KAMIETH 1991). Bergematerial wurde ebenfalls zur Landschaftsgestaltung und als Baumaterial im Straßenbau und zur Errichtung von Bahndämmen eingesetzt. Je nach Förderungs- und Aufhaldungstechnik ist das Bergematerial zusätzlich mit Steinkohleresten vermengt und weist eine grau-braune bis schwarze Färbung auf, welches dem Ruhrgebiet auf Grund der vielen Bergehalden auch den Namen "Schwarzes Land" einbrachte (HAEUPLER 2008). Die flächenhafte Ausdehnung der Bergehalden im Ruhrgebiet beläuft sich auf ca. 25 km², wo der ursprüngliche, natürliche Boden mit Bergematerial überschüttet wurde (PIETSCH & KAMIETH 1991). Die Umwälzungen in der Lithosphäre werden in

der Emscherniederung, der industriellen Kernzone des Ruhrgebietes, deutlich. Hier wurde während der Industrialisierung in einem Zeitraum von knapp 100 Jahren das Relief dermaßen überformt, das aus der ehemaligen feuchten Bruchlandschaft der Emscherniederung eine trockene Hügellandschaft entstand (DEGE & DEGE 1980; PIETSCH & KAMIETH 1991).

Die Schüttung von Berge liefert zunächst ein Material, welches biologisch absolut steril und nährstoffarm ist, keinerlei Humusstoffe und Stickstoffverbindungen aufweist und ohne Bodenlebewelt (Edaphon) ist (ZEITZ 1965). Es entstehen mineralische Rohböden, wobei anfangs gröbere Gesteinsbrocken (Bodenskelett) überwiegen und sich nach Einsetzen der Verwitterung auch Feinerdematerial bildet, welches mit unverwitterten Steinen vermengt ist. Untersuchungen von BURGHARDT (2009) beschreiben eine Regosol-Bildung mit 20 % Feinkohleanteil auf einer Bergehalde der ehemaligen Zeche Zollverein XII, wo Kippschutt aus Berge aufgehaldet wurde und später im Rahmen der Rekultivierung mit Robinien (*Robinia pseudoacacia*) aufgeforstet wurde. Auf Grund des großen Porenvolumens können sich solche Standorte auf bis auf über 50 °C erwärmen (FELDMANN 1987), wobei aber nur wenig Wärme in den Unterboden geleitet wird. Da die Verwitterungsprodukte der Tonschiefer oftmals abdichtend wirken, fließt Niederschlagswasser auf Bergehalden mit hoher Reliefenergie vielfach oberflächlich ab. Bei flachem Relief und horizontaler Lagerung des Bergematerials kann sich auch Wasser über einen längeren Zeitraum stauen und Staunässe bilden. BURGHARDT (2009) beschreibt von einem ehemaligen Kohlenlager der Zeche Zollverein XII mit Pioniervegetation eine Rohgley-Bildung.

In Dürrezeiten jedoch trocknen durch Bergematerial geprägte Standorte oftmals rasch und stark aus (FELDMANN 1987). Wichtige charakteristische Standorteigenschaften von Bergehalden sind nach KERTH & al. (1991) ein geringes Nährstoffangebot, geringes Wasserhaltevermögen, anfänglich geringer Feinkorngehalt, starke Versauerung durch Pyritverwitterung sowie eine starke Anfälligkeit für Wassererosion an den Haldenhängen. Die aus Bergematerial entstandenen Böden sind des Weiteren durch geringe Austauschkapazitäten, die Auswaschung von Chloriden und Sulfaten, rasche oberflächennahe Austrocknung sowie eine schlechte Durchwurzelbarkeit auf Grund der starken Verdichtung des Bergematerials gekennzeichnet (PIETSCH & KAMIETH 1991). Daher müssen solche Standorte für die pflanzliche Besiedlung als Extremstandorte angesehen werden (KEIL & al. 2007a). Auch WITTIG (2002a) betont die bezüglich Wasser- und Nährstoffversorgung ausgesprochen ungünstigen Standortsverhältnisse auf Abraumhalden von Bergwerken im Ruhrgebiet, die dementsprechend nur

sehr langsam von Pflanzen besiedelt werden. Die extremen Standortverhältnisse erschweren sowohl die natürliche als auch die künstliche Begrünung (Rekultivierung) der durch Bergematerial gekennzeichneten Standorte.

Durch physikalische Verwitterung wird das Bergematerial an der Bodenoberfläche meist sehr rasch zerkleinert (PIETSCH & KAMIETH 1991), wobei unter der Bodenoberfläche die sehr viel langsamere chemische Verwitterung überwiegt und es dadurch zu Mineralneu- und Mineralumbildungen kommt. Der chemische Verwitterungsverlauf ist vor allem durch das starke Absinken des pH-Wertes gekennzeichnet (WIGGERING 1984). Von ursprünglich pH 6-8 können die Werte auf pH 2-3 absinken, wobei die Werte allerdings auf kürzester Distanz außerordentlich stark streuen können (KNABE 1968). Die starke Versauerung ist in erster Linie auf die Pyritverwitterung zurückzuführen, bei der Schwefelsäure freigesetzt wird (PIETSCH & KAMIETH 1991).

Substrate der Stahl verarbeitenden Industrie

Weit verbreitet auf ehemaligen Hochofenstandorten und Standorten der Stahl verarbeitenden Industrie sind Eisenhüttenschlacken. Die Eisenhüttenschlacken umfassen Hochofen- und Stahlwerksschlacken, welche bei der Eisen- und Stahlproduktion in großem Umfang anfallen (REBELE & DETTMAR 1996). Sie wurden früher meist in unmittelbarer Nähe zu den ehemaligen Produktionsstätten aufgehaldet, heute finden sie auch als Baustoff im Straßenbau Verwendung. Die Hochofenschlacke kann nach unterschiedlicher Korngröße in Stückschlacke, Hüttenbims und Hüttensand unterteilt werden und hat zumeist eine kalksilikatische Zusammensetzung (REBELE & DETTMAR 1996). Stahlwerksschlacken können dagegen auch eine kalkphosphatische Zusammensetzung aufweisen und lassen sich nach den unterschiedlichen Methoden des Stahlherstellungsprozesses typisieren. Stahlwerksschlacke weist oftmals eine etwas höhere Kontamination mit Schwermetallen auf als Hochofenschlacke und hat daher ein höheres spezifisches Gewicht. REBELE & DETTMAR (1996) verweisen darauf, dass auf den Flächen der Eisen- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet vor allem Hochofenschlacken und Siemens-Martin-Schlacken dominieren.

Bei der Verwitterung und Bodenbildung aus Eisenhüttenschlacken entstehen Bodentypen im alkalischen Milieu, vor allem bei den kalksilikatischen Schlacken. Das Wasserhaltevermögen der Schlackeablagerungen kann als gering eingestuft werden. Zusätzlich versickert das Niederschlagswasser auf Grund des hohen Porenvolumens rasch. Durch die dunkle Färbung

können hohe Oberflächentemperaturen von bis zu 70 °C erreicht werden (PUNZ 1989). Die Standortsverhältnisse auf Ablagerungen von Hochofen- und Stahlwerksschlacken müssen also ebenfalls als extrem angesehen werden. Frisch aufgeschüttete Schlackensubstrate sind stark alkalisch, durch einen hohen, toxisch wirkenden pH-Wert und häufig durch hohe Konzentrationen an Metallionen gekennzeichnet (REBELE & DETTMAR 1996). Dadurch kann die Besiedlung mit Höheren Pflanzen bis über einen Zeitraum von mehreren Jahren gehemmt werden oder aber die sich bereits angesiedelten Pflanzen weisen einen kümmerlichen Wuchs auf (vor allem Pioniergehölze). Dies ändert sich erst, wenn die oberen Schichten des Substrates verwittern und es zur Kalkauswaschung kommt. Gichtgasschlämme und Hochofengasschlämme, die als Nebenprodukt bei der Eisen- und Stahlerzeugung entstehen, können mit erheblichen Anteilen von Cyaniden belastet sein und umwelthygienische Probleme bergen (MANSFELDT & KÜPER 2004).

Untersuchungen von BURGHARDT (2002) zur Bodenbildung aus Eisenhüttenschlacken resultierten in der Bildung eines Carbonatosol. Eine vom Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutzes NRW in Auftrag gegebene Studie kam zu dem Ergebnis, dass es aus Hochofengasschlämmen zur Bildung von Lockersyrosemen, Pararendzinen sowie Lockersyrosem-Pararendzinen kommen kann, welche eine hohe Konzentration an Schwermetallen (Blei, Zink, Cadmium) und Cyaniden aufweisen (LANUV 2002). Die anthropogene Pararendzina ist durch eine extrem hohe Wasserspeicherkapazität gekennzeichnet ist, so dass der Pflanzenwuchs auf diesen Böden bezüglich der Wasserverfügbarkeit begünstigt wird.

Als Beispiel für die edaphischen Verhältnisse einer Brachfläche der Stahl verarbeitenden Industrie im Ruhrgebiet kann die Brachfläche der Sinteranlage in Duisburg-Beek dienen, welche eine Untersuchungsfläche der vorliegenden Arbeit darstellt (vgl. Tab. 2). Das ca. 30 ha große Areal der Sinteranlage weist verschiedene Ausgangssubstrate auf, welche hauptsächlich in Zusammenhang mit dem Erz-Versinterungsprozess stehen, auch wenn sich lokal aufgelagertes Bergematerial auf der Fläche findet (SEIPEL 2005; SEIPEL & al. 2006). Den Hauptbestandteil des Untergrundes machen Eisenhüttenschlacken aus. Die sehr grobporige Struktur dieses als Rohboden (Syrosem) charakterisierbaren Bodentypes führt zu einer extremen Trockenheit der Standorte auf Grund der niedrigen Wasserspeicherkapazität des Untergrundes, welche mit der extremen Flachgründigkeit der Böden synergistisch zu einer angespannten Wassersituation für den Pflanzenbewuchs führt. Die kalksilikatische Zusammensetzung der Schlacke sorgt für eine stark alkalische Reaktion im Oberboden, welche

lediglich in Bereichen mit Vorwald-Beständen abgemindert wird, da es dort zu bereits zu Humifizierungsprozessen kommt (KEIL & al. 2005). Die Blätter der Pionierholzart *Betula pendula* sind SiO_2-reich und tragen somit zu einer Versauerung der Humusauflage bei.

Substrate auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Alle größeren Städte werden von den Randbereichen bis in die Innenstädte von mehr oder weniger großflächigen Aufschüttungen, Dämmen oder Einschnitten der Bahnverkehrs-infrastruktur durchzogen (PIETSCH & KAMIETH 1991). Die dabei verbauten Substrate sind meist aus mehr oder weniger großer Entfernung herangeschafft worden, oder es wurden lokal angefallene Abfallstoffe kostengünstig mit eingebaut und somit kurzfristig entsorgt. Für die Montanindustrie im Ruhrgebiet war ein großes Transportwesen erforderlich, das über die Eisenbahn gelöst wurde (BURGHARDT 2009). Die Köln-Mindener Eisenbahn schuf dafür ab 1847 im nördlichen Ruhrgebiet die Vorraussetzung. Typisch für das Ruhrgebiet sind die an Bergbau- und Industrieanlagen anschließenden sehr großen Güterbahnhöfe (z. B. Gleisdreieck Essen-Frintrop, heute Ruderalpark Essen-Frintrop). Neben Trümmerschutt und Bauschutt sind ebenfalls Bergematerial und Schlacken (im Ruhrgebiet vor allem Eisenhüttenschlacken) aus der Montan- und Schwerindustrie mit in die Bahnkörper eingebaut worden. Verwendet wurde so gut wie jedes Material, welches den bodenmechanischen Anforderungen genügte (PIETSCH & KAMIETH 1991). Die Gleiskörper sind fast immer mit grobkörnigen Schottern aus den verschiedensten Materialien (Grauwacken, Basalt, Granit, Kalkstein) geschüttet. Auf groß-flächigen Rangier- und Bahnhofsanlagen wurden Bereiche zwischen den Gleiskörpern häufig mit Schlacken, Grus und ähnlichen Materialien abgedeckt (PIETSCH & KAMIETH 1991). Basaltschotter spielt auf Flächen der Bahninfrastruktur eine große Rolle. Dieses natürliche Substrat wurde vor allem aus Basaltsteinbrüchen des Westerwaldes gewonnen (REBELE & DETTMAR 1996) und ist eines der am häufigsten anzutreffenden Substrate auf Bahnbrach-flächen. Neben Basaltschotter wurde zur Errichtung der Gleiskörper auch häufig Kalkstein-schotter (vor allem Dolomit) verwendet.

Beim Bau der Gleiskörper wird der Boden bis in 2-3 m Tiefe verändert, wobei die wichtigste Veränderung die Drainierung darstellt, bei welcher eine Schotterschicht aufgebracht wird und Entwässerungsgräben zu beiden Seiten des Gleiskörpers vorgenommen werden (VOGEL & AUGART 1992). Dadurch soll eine Feinerdeansammlung verhindert werden, da das Feinerde-material auf Grund seines guten Wasserhaltevermögens zu einer Frostsprengung innerhalb des Gleiskörpers führen könnte und dadurch der Zugverkehr gefährdet wäre. Die Drainage

führt in Verbindung mit der groben Körnung des Schotters (30-65 mm) zu einer raschen Austrocknung des Substrates (VOGEL & AUGART 1992), so dass Bahnbetriebsflächen ebenso wie Bergematerialstandorte durch eine ausgeprägte Trockenheit gekennzeichnet sind.

Die Standorte der Eisenbahnbrachflächen sind meist durch Schotter unterschiedlicher Korngröße und chemischer Zusammensetzung, durch initiale, oberflächennah schnell austrocknende Böden mit wenig Wasserspeichervermögen sowie eine ausgeprägte Nährstoffarmut gekennzeichnet (WITTIG 1991a). Das Mikroklima ist durch eine hohe Einstrahlung und auf Grund der oftmals dunklen Farbe des Schottermaterials durch eine entsprechende Aufheizung gekennzeichnet, was die Ansiedlung themophiler Sippen begünstigt (vgl. Kap. 7.1). Die ungehinderte Sonneneinstrahlung und der schwarze Untergrund (Schotter, Grus), der den Großteil der Strahlung absorbiert, führt zur Entstehung sehr heißer Standorte, die in Kombination mit der ausgeprägten Trockenheit zwar einige thermophile Pflanzen begünstigt, für den Rest der Arten jedoch zu Stress- und Letalfaktoren werden kann (AUGART & VOGEL 1992). Hinzu kommt der Umstand, dass die Schienen Wärme aufnehmen und zeitlich verzögert wieder abstrahlen können, was zu einer zusätzlichen Erhöhung der Umgebungstemperatur führt. In der Nähe von Schienen wurden so Temperaturen von 70 °C gemessen (AUGART & VOGEL 1992).

Lagerplätze, z. B. für Schienen oder Bahnschwellen, wurden ebenfalls aus Bergematerial oder Schottern angelegt und befestig, wobei häufig eine zusätzliche Schicht aus Schlackenmaterial darüber geschüttet wurde, das den pflanzlichen Pionierbewuchs erschweren sollte (AUGART & VOGEL 1992). Auf einigen Bahnbetriebsflächen wurde auch Sand mit verbaut, z. B. um Hohlräume zu verfüllen. BURGHARDT (2002) stellt die hohe Bedeutung der Stäube bei der Bodenbildung auf Bahnbrachflächen heraus. In den Oberbodenschichten aus Schotter (Basalt, Kalkstein) wurden die Hohlräume durch Staubdepositionen allmählich aufgefüllt und später von der Vegetation besiedelt. Solche Böden kann man als Partikel Intrusole (s. Abb. 2) klassifizieren (BURGHARDT 2002 u. 2009). Ein Beispiel für diesen Bodentyp stammt von der Untersuchungsfläche des ehemaligen Sammelbahnhofes Essen-Frintrop (heute "Gleisdreieck Frintrop"). Der hier von BURGHARDT (2009) beschriebene Partikel Intrusol wies Merkmale wie eine leichte Pseudovergleyung und Verbraunung auf und bildete sich aus flachen Schlacke- und Aschelagen über Bergematerial, die wiederum über tieferen Aschelagen gelagert waren.



Abb. 2: Partikel Intrusol auf der Untersuchungsfläche Gleisdreieck Frintrop

Auf in Betrieb befindlichen Bahnflächen wird der pflanzliche Bewuchs durch das Ausbringen von Herbiziden sowie die mechanische Störung permanent unterbunden, obwohl sich einige Arten wie z. B. *Hypericum perforatum* und *Senecio viscosus* als einigermaßen resistent gegenüber Herbizidbehandlung erwiesen haben (AUGART 1992; AUGART & VOGEL 1992). Durch Wind- und Wassererosion wird die Bildung von Initialböden auf Bahnbetriebsflächen häufig unterbunden. Ohne den Nutzungsdruck setzt auf solchen Flächen jedoch rasch eine Besiedlung mit Pionierpflanzen und damit verbunden eine dynamische Bodenentwicklung ein (PIETSCH & KAMIETH 1991). Untersuchungen vom Berlin-Anhalter Güterbahnhof haben im Bereich aufgegebener Gleisanlagen innerhalb weniger Jahrzehnte die Ansammlung organischer Stäube und die Vegetationsbesiedlung zur Entwicklung von Kalkregosolen geführt (PIETSCH & KAMIETH 1991). Weitere Bodentypen auf stillgelegten Bahnflächen sind der Locker-Syrosem und die weiter entwickelte Pararendzina. Ein hoher Kohlenstoffgehalt im Oberboden ist meist auf den Eintrag von Kohlenstaub zurückzuführen. Auf Bahnflächen dominieren nach BLUME & al. (1981) stein- bzw. skelettreiche, mäßig durchwurzelbare, trockene, luftreiche, kalkreiche Standorte mit meist mäßiger Nährstoffversorgung. Sämtliche Bahnhofs- und Rangieranlagen, die vor 1945 entstanden, sind nach PIETSCH & KAMIETH (1991) auf Grund der Kriegseinwirkungen als potentielle kontaminierte Standorte anzusehen. Bilanzierend lässt sich festhalten, dass die Substrate der Bahnanlagen mit den natürlicherweise im Naturraum auftretenden Substraten nichts mehr gemein haben, als stark anthropogen verändert und zumindest vor einer einsetzenden Bodenbildung für den pflanzlichen Pionierbewuchs als lebensfeindlich eingestuft werden müssen (VOGEL & AUGART 1992).

Bauschutt

Ein weiterer Aspekt der Pedogenese ist der Umstand, dass sich auf den ehemals industriell genutzten Brachflächen häufig Bauschuttmaterial aus der inzwischen abgerissenen Bausubstanz der einstigen Industrieanlagen als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung findet. Solcher Siedlungsbauschutt setzt sich hauptsächlich aus den Komponenten Ziegel- und Mörtelschutt zusammen. Bauschutt ist durch einen hohen Kalkgehalt und pH-Werte im neutralen bis schwach alkalischen Bereich gekennzeichnet (REBELE & DETTMAR 1996). Über Siedlungsbauschuttböden liegen bereits Untersuchungen zur Bodenentwicklung vor (vgl. BLUME & RUNGE 1978). Auf lokal mit Bauschutt bedeckten Flächen auf den Industriebrachen des Ruhrgebietes lassen sich vermutlich ähnliche Entwicklungen der Pedogenese wie mit den von BLUME (1982) aus Berlin beschriebenen Trümmerschuttflächen der Nachkriegszeit feststellen, auch wenn REBELE & DETTMAR (1996) darauf verweisen, dass zu den industriellen Bauschuttböden bislang noch keine Untersuchungen bekannt sind. BLUME & al. (1978) sowie BLUME & RUNGE (1978) beschrieben eine Bodenentwicklung auf Trümmerschutt in Form einer Pararendzina, welche Eigenschaften wie eine nur mäßige Durchwurzelbarkeit, unausgeglichene Nährstoffverhältnisse sowie Trockenheit und eine gute Durchlüftung aufwies. Auf solchen Standorten konnte in Berlin auf Grund der zum Teil extremen Standortsverhältnisse eine zeitlich sehr stark verzögerte Besiedlung durch Pflanzen beobachtet werden, welche gut dreißig Jahre nach der Bereitstellung solcher Trümmerschuttflächen vorerst in einem *Betula pendula*-Gebüsch endete (BLUME & al. 1978).

Neuere Ergebnisse zur Sukzession auf Bauschutt aus Ziegelmaterial liegen von SCHADEK & al. (2009) aus Bremen und Berlin vor. Die dort durchgeführten Untersuchungen kamen zu dem Schluss, dass mörtelreiches Ausgangsmaterial eine dichtere Pflanzendecke sowie einen höheren Artenreichtum an Höheren Pflanzen aufwies als mörtelfreies Material. Ursache hierfür war eine günstigere Versorgung der aus dem Mörtel durch Verwitterung freigesetzten Pflanzennährstoffe Phosphor und Kalium (SCHADEK & al. 2009).

Kombinationen von Substrattypen

Nicht selten findet sich nicht nur auf Bahnbetriebs- und Bahnbrachflächen, sondern auch auf den Industriebrachflächen der Montanindustrie des Ruhrgebietes ein bunter Mix aus unterschiedlichsten Substrattypen, welcher das Resultat der heterogenen ehemaligen Flächennutzung ist. Viele Zechen, Kokereien und Stahlwerke hatten auf ihren Betriebsgeländen einen Anschluss an das logistische Schienennetz, um die geförderten und produzierten Güter

abtransportieren zu können. Daher weisen die meisten Zechen-, Kokerei- und Stahlwerksbrachen auf ihren Flächen auch stillgelegte Bahntrassen und Gleiskörper auf und haben dadurch in Bereichen eher einen "Bahnbrachcharakter" bzw. könnten sich in diesen Bereichen auch dem Brachentyp "Bahnbrache" zuordnen lassen. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die häufigsten Substrattypen in den Untersuchungsflächen Bergematerial, Eisenhüttenschlacke, Bauschutt, Basalt- und Kalksteinschotter sowie Kokereischlämme waren (s. Abb. 3). In geringerem Maße waren in den Untersuchungsflächen auch selten Produktionsrückstände wie Pech, Granulat, Steinkohle und Ziegelmaterial anzutreffen. Häufig traten diese Substrattypen in Kombination miteinander auf. Selten auftretende Produktionsrückstände und Substratvergesellschaftungen wurden in der Sammelkategorie "Sonstige Substrate" zusammengefasst (s. Abb. 3).

REBELE & DETTMAR (1996: S. 26) stellen in diesem Zusammenhang ebenfalls heraus, dass "*die Gemenge und Vermischungen außerordentlich vielfältig*" sind, was die Substratverteilung auf Industriebrachflächen betrifft. Strebt man eine grobe Klassifizierung dieser aus ausschließlich technogenen Ausgangssubstraten entstandenen Bodentypen an, so lassen sich nach der Definition der FAO (2006) alle in den Untersuchungsflächen aufgetretenen Böden zu den Technosolen stellen, da alle in den Untersuchungsflächen angetroffenen Böden durch mindestens 20 % Artefakte in einer Mindesttiefe von einem Meter unter der Geländeoberfläche gekennzeichnet sind. Nach der Bodenklassifikation von REINIRKENS (1991) ist ein wichtiges Merkmal des Technosols, dass in ihm eine Horizontbildung nicht erkennbar ist. Die in den Untersuchungsflächen angetroffenen Böden wiesen jedoch bereits initiale Ai- und Ah-Horizontbildungen auf, so dass je nach den petrographischen Eigenschaften des Ausgangssubstrates diese Böden in einigen Fällen möglicherweise als Regosole bzw. Pararendzinen ansprechbar wären.

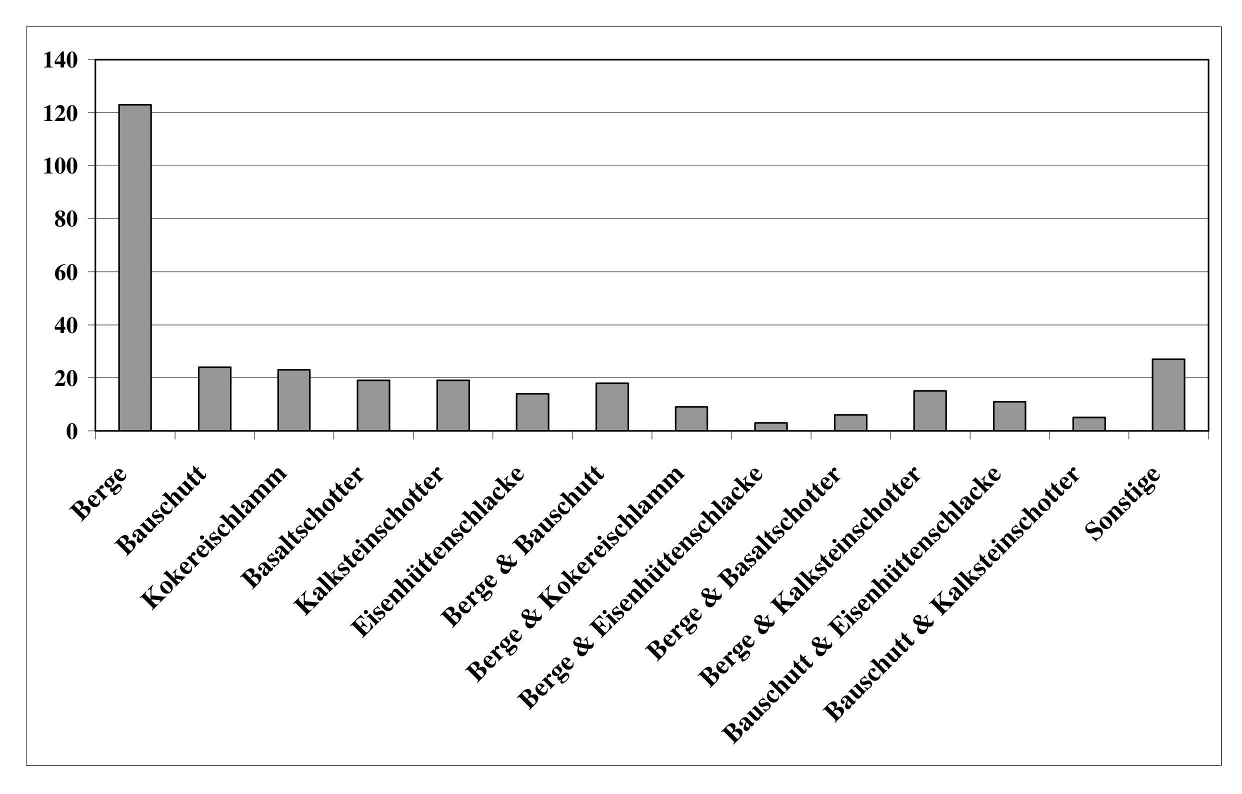


Abb. 3: Häufigkeiten und Verteilung der Ausgangssubstrate in den Aufnahmeflächen (n = 316) der untersuchten spontan entstandenen Industriewäldern

6.4 Klima des Untersuchungsgebietes

Der Untersuchungsraum liegt weitgehend im (kühl)gemäßigten, ozeanischen (= maritimen) bzw. atlantischen und subatlantischen Klimabereich Mitteleuropas und umfasst ausschließlich die planare Stufe. Typisch für die regionalklimatische Verhältnisse ist das Auftreten atlantischer Großwetterlagen mit Durchzug von Zyklonen aus westlichen Richtungen, welche oft mit hohen Niederschlagssummen verbunden sind, sowie in den Wintermonaten mit der Zufuhr wärmerer Atlantikluft, die im Sommer allerdings zur Abkühlung führen kann (HAEUPLER & al. 2003b). Die Westfälische Tieflandsbucht mit Jahresmitteln der Temperatur von über 9 °C ist relativ wintermild und sommerwarm. Das Rheintal und der bis etwa nach Dortmund reichende sogenannte "atlantische Klimakeil" mit über 10°C mittleren Tagesmittel der Lufttemperatur pro Jahr sind dagegen noch wärmer (HAEUPLER & al. 2003b).

Der "atlantischen Klimakeil" zeichnet sich durch sehr milde Winter und entsprechend gemäßigte Sommer mit hohen Niederschlägen aus. Der üppige Wuchs von *Ilex aquifolium* (Stechpalme) in der 2. Baumschicht der naturnahen urbanen Buchenwälder des Ruhrgebietes zeigt dies deutlich an (HAEUPLER 1992b). Das *Quercus ilex* (Steineiche) sowie *Magnolia*

grandiflora (Großblütige Magnolie) in Bochumer Gärten ohne Schutz gedeihen und *Aucuba japonica* (Japanische Goldorange) sowie *Araucaria araucana* (Araukarie) in vielen Vorgärten in üppigen Exemplaren zu finden sind, stellt einen eindrucksvollen Indikator für diese Klimaverhältnisse dar (HAEUPLER 1992b). Auf die starken kleinräumigen Klimaunterschiede im Ballungsraum Ruhrgebiet und der Rheinschiene von Köln bis Duisburg verweisen HAEUPLER & al. (2003b), welche deutliche pflanzengeographische Konsequenzen bewirken und bei einigen Sippen (z. B. *Dittrichia graveolens*) zu charakteristischen Verbreitungsbildern führen, so dass einige thermophile Sippen (z. B. *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*) innerhalb Nordrhein-Westfalens einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt im Ballungsraum zeigen.

Innerhalb des Ruhrgebietes schwanken die Jahresniederschlagssummen zwischen dem westlichen Ruhrgebiet bei Duisburg, dem mittleren Ruhrgebiet bei Essen / Bochum und dem östlichen Ruhrgebiet bei Dortmund / Unna, so dass sich bezüglich der Niederschläge ein Gradient von ca. 750 mm/a (Westen) auf ca. 800 mm/a (Mitte) ergibt, welcher dann wiederum auf ca. 750 mm/a (Osten) abfällt. Das mittlere Tagesmittel der Lufttemperatur liegt im Durchschnitt zwischen 10,5 bis 11°C im Jahr (HAEUPLER & al. 2003b).

6.5 Potentielle Natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes

Ohne den Einfluss des Menschen wäre Nordrhein-Westfalen bis auf Extremstandorte wie beispielsweise Felspartien, Gewässer, Moore, Binnensalzstellen und Schwermetallstandorte vollständig bewaldet (VERBÜCHELN 1995). Auch SCHERZINGER (1996) betont, dass Wald – in welcher Ausprägung auch immer – in Mitteleuropa auf überwiegender Fläche die natürliche Vegetation darstellt. In Abhängigkeit von den jeweiligen abiotischen Standortfaktoren eines Gebietes lässt sich für jeden Standort diejenige Waldgesellschaft angeben, welche sich einstellen würde, wenn der Einfluss des Menschen nicht mehr gegeben wäre – die sogenannte Potentielle Natürliche Vegetation (PNV). Sie ist kein Faktum, sondern bezeichnet vielmehr ein hypothetisches Konstrukt, da heutzutage auf Grund des immens starken anthropogenen Einfluss auf die Landschaft und die Vegetation meist eine große Diskrepanz zwischen der heute bestehenden aktuellen Vegetation (= Realen Vegetation) und der Potentiellen Natürlichen Vegetation eines Gebietes besteht (BURRICHTER & al. 1988).

Hinzu kommt, dass bedingt durch die starke anthropogene Standortsveränderung es als fraglich betrachtet werden darf, ob sich vielerorts die ehemalige Potentielle Natürliche Vegetation auch wieder tatsächlich einstellen würde. Insbesondere in der altindustrialisierten Region des Ruhrgebietes kam es durch die Montanindustrie oftmals zu einer irreversiblen Veränderung der Standortfaktoren, welche sich nicht mehr in ihren ursprünglichen Ausgangszustand versetzen lassen, so dass es als sinnvoll erscheint, für solche Landschaften ein aktualistisches Konzept zu verfolgen. Aus diesem Grunde macht es Sinn, zusätzlich zur Potentiellen Natürlichen Vegetation den Begriff der heutigen Potentiellen Natürlichen Vegetation (hPNV) anzuwenden, insbesondere wenn man die Zielsetzung verfolgt, durch Untersuchungen zur Sukzession Aussagen über die Klimaxgesellschaften auf Restflächen der Montanindustrie vornehmen zu wollen. Diese neu entstandenen ökologischen Standortbedingungen lassen die Spekulation zu, ob diese womöglich auf Industriebrachflächen zur Entstehung einer von der Potentiellen Natürlichen Vegetation abweichenden, wenn nicht sogar völlig anders gearteten Vegetation führen (SCHWIEDEROWSKI 1994).

Die Potentielle Natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes, welches sich über eine Distanz von ungefähr 80 km vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) bis ins östliche Ruhrgebiet (Bönen) erstreckt (s. Abb. 1), setzt sich – in Korrelation zu den vorherrschenden natürlichen Boden- und Substrattypen – aus verschiedenen Waldgesellschaften zusammen. Die Einteilung und Beschreibung der Potentiellen Natürlichen Vegetation des Ruhrgebietes richtet sich nach TRAUTMANN (1972), BURRICHTER (1973), BURRICHTER & al. (1988), DIEKJOBST (1980), HAEUPLER & al. (2003b) sowie POTT (2007), die Nomenklatur weitestgehend nach POTT (1995).

Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes im Bereich der Mittleren Niederrheinebene bilden ein Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) oder ein Tieflands-Buchenwald vom Typ des Geißblatt-Buchenwaldes (*Periclymeno-Fagetum*) die Potentielle Natürliche Vegetation auf den pleistozänen Terassensanden (reine Quarzsande) des Rheins und den daraus entstandenen Podsol-Böden bzw. podsolierten Braunerden. Auf den aus kreidezeitlichen Emschermergeln entstandenen, durch Stauwassereinfluss geprägten Pseudogley-Böden des Emscherlandes (Emschermulde) würde die Potentielle Natürliche Vegetation von einem Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) gestellt werden, der durch eine lichte Verteilung der Bäume und einer entsprechend stark entwickelten Strauchschicht gekennzeichnet wäre. Lokal wäre auf den nassen und sauren Standorten auch die Ausbildung

eines Erlen-Birken-Eichenwaldes (*Betulo-Quercetum alnetosum*) möglich (BURRICHTER & al. 1988). In den Auen und Niederungen der Emscher wären auf nährstoffreicheren Gley-Böden gebietsweise auch Niederungswälder vom Typ des Traubenkirschen-Erlen-Eschenwaldes (*Pruno-Fraxinetum*) verbreitet.

Die mit Löß bedeckte Börde des nördlichen Westenhellwegs und auf den sich daraus entwickelten, relativ lockeren und meist nur oberflächlich etwas an Nährstoffen verarmten Lößlehmböden, Parabraunerden und Braunerden würde der mesotraphente Flattergras-Buchenwald (*Milio-Fagetum*) vorherrschen (TRAUTMANN 1972; BURRICHTER 1973; HAEUPLER & al. 2003b), in welchem die vorherrschende Baumart *Fagus sylvatica* das Aufkommen beider Eichenarten (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) zulässt (DIEKJOBST 1980). Gebietsweise finden sich hier auch Ausläufer des *Stellario-Carpinetum* in seiner artenarmen Variante (BURRICHTER & al. 1988). In der südlichen Westenhellweg-Region im Übergang zum Süderbergland schließt sich dann der Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) auf sauren, stellenweise podsolierten Braunerden auf oberkarbonischen Sandsteinen an.

6.6 Charakteristik der Flora des Untersuchungsgebietes

Da die Flora von Ballungsräumen neben von natürlichen Faktoren auch in hohem Maße durch anthropogene Einflüsse geprägt wird, was mitunter gewisse methodische Probleme bei ihrer Erfassung mit sich bringt (s. Ende des Kapitels), soll hier explizit auf die Charakteristik der Flora des Ballungsraumes Ruhrgebiet eingegangen werden.

Die Lage des Ruhrgebietes stellt einen hochgradig interessanten biogeographischen Grenzraum bzw. Ökoton innerhalb Mitteleuropas dar (vgl. FUCHS & KEIL 2008; KEIL 2011). Das Norddeutsche Tiefland stößt im Bereich des Ruhrgebietes mit dem Niederrheinischen Tiefland und der Westfälischen Bucht auf die Zentraleuropäische Mittelgebirgsschwelle des Süderberglandes, was zur Folge hat, dass die oberkarbonischen Schichten des südlichen Ruhrgebietes nach Norden unter die Ablagerungen der Oberkreidezeit sowie im Westen unter die tertiären und quartären Lockersedimente des Niederrheinischen Tieflandes abtauchen. Diese geologisch-geomorphologische Grenzsituation führt dazu, dass sich im Bereich des Ruhrgebietes durch die orographischen Unterschiede lokale bis regionale klimatische Veränderungen ergeben. Dies spiegelt sich dementsprechend in der Flora des Ruhrgebietes

wider, da sich bedingt durch den klimatisch-naturräumlichen Gradienten eine Reihe von Gefäßpflanzenarten an ihrem natürlichen Arealrand befindet bzw. sich die Areale von einigen Tieflandsarten (z. B. *Ceratocapnos claviculata*, *Populus nigra*) und Mittelgebirgsarten (z. B. *Luzula luzuloides*, *Poa chaixii*, *Solidago virgaurea*, *Blechnum spicant*) überschneiden.

Überprägt wird diese naturräumliche Situation durch die Einflüsse des Ballungsraumes Ruhrgebiet, der in seiner räumlichen Lage diesen Grenzraum zwischen den jeweiligen naturräumlichen Einheiten ausfüllt. Resultat ist der Umstand, dass die Gefäßpflanzendiversität im Ruhrgebiet mit ca. 1500 Arten gemessen an den etwa 4000 Arten der gesamten Bundesrepublik Deutschland extrem hoch ist, so dass das Ruhrgebiet als "Hotspot" der pflanzlichen Vielfalt angesehen werden muss (KEIL & al. 2008a; KEIL 2011). BRANDES (2007) verweist auf den Zusammenhang zwischen Anzahl an Gefäßpflanzenarten und Einwohnerzahl der jeweiligen Stadt, wobei die Artenzahl generell mit zunehmender Einwohnerzahl ansteigt, so dass der relativ hohe Wert in Korrelation zu den circa 5,2 Mio. Einwohnern des Ballungsraumes Ruhrgebiet gesehen werden muss. SUKOPP (2008) stellt den Umstand heraus, dass die Zahl der neophytischen Ruderalarten in Berlin mit dem zunehmenden Bevölkerungswachstum der Stadt stark anstieg. Ähnliche Effekte sind auch im Ruhrgebiet anzunehmen.

Bereits die Recherche der älteren Floren aus dem Ruhrgebiet aus den letzten 130 Jahren, z. B. SCHEMMANN (1884), HUMPERT (1887), BONTE (1930), SCHEUERMANN (1930), HÖPPNER & PREUß (1926) führt zu dem Ergebnis, dass ein wichtiger Bestandteil der Ruhrgebietsflora die Adventivpflanzen sind. Auch die aktuelleren Floren und jüngeren Abhandlungen aus dem Ruhrgebiet (z. B. BÜSCHER 1983 u. 2010, DÜLL & KUTZELNIGG 1987, HAEUPLER 2003, JAGEL & GAUSMANN 2010) bestätigen diesen Umstand (vgl. Kap. 5.3). KEIL & LOOS (2004a) betonen deshalb, dass zu den wichtigen Komponenten der Ruhrgebietsflora die Adventivpflanzen gehören. Während sich die Adventivflora des Ruhrgebietes von der Mitte des 19. Jh. bis etwa zur Mitte des 20. Jh. überwiegend aus eingeschleppten Sippen (Xenophyten) rekrutierte, die größtenteils nur unbeständig blieben, spielen seitdem die Kulturflüchter (Ergasiophygophyten) eine zunehmend wichtigere Rolle und machen heute den Großteil der Adventivpflanzen des Ruhrgebietes aus (KEIL & LOOS 2004a; LOOS & KEIL 2006), auch wenn von diesen ebenfalls ein nicht unbeträchtlicher Anteil nur unbeständig auftritt (KEIL & LOOS 2002a u. 2005b). Daneben gibt es eine Reihe von Sippen, welche entlang von Eisenbahnen und Straßen (insbesondere Autobahnen) in das Ruhrgebiet einwandern und als Eindringlinge

(Akolutophyten) eingestuft werden müssen (LOOS & KEIL 2006; KEIL & al. 2010b). Xenophyten treten heutzutage im Ruhrgebiet kaum noch auf.

Besonderes Augenmerk gilt solchen Sippen, welche Einbürgerungstendenzen zeigen. Rezent zeigt sich ein zunehmendes Auftreten von verwildernden Phanerophyten im Ruhrgebiet (KEIL & LOOS 2002b; LOOS & KEIL 2006), die zu einer Erhöhung der Holzgewächsdiversität in der urban-industriellen Vegetation wie z. B. Vorwald-Gesellschaften führt (GAUSMANN 2006) und eine Erhöhung der Anzahl agriophytischer gebietsfremder Gehölzsippen erwarten lässt. Künstlich geschaffene Gehölzbestände in bestimmten Stadtquartieren wie beispielsweise Straßen-, Park- und Friedhofsgehölze begünstigen die Ausbreitung von verwildernden Bäumen und Sträuchern innerhalb des Ballungsraumes Ruhrgebiet (LOOS & KEIL 2006).

Die oftmals sehr speziellen Standortbedingungen der Ruhrgebietsstädte begünstigten die Ansiedlung zahlreicher Neophyten und Industriophyten mit spezifischen Standortsansprüchen (GALHOFF & KAPLAN 1983; REIDL 1984; GÖDDE 1984; BÜSCHER 1984a u. 1984b; GOOS & al. 2002; JAGEL 2003). Die Untersuchungen zu Flora und Vegetation der Ruhrgebietsstädte zeigten, dass bestimmte Arten und auch Vegetationseinheiten an bestimmte Stadtstrukturen gebunden waren. Einen ersten daraus resultierenden Ansatz zur Raumgliederung einer Ruhrgebietsstadt stammt von SCHULTE (1985) für die Stadt Bochum. REIDL (1989) konnte nachweisen, dass in Essen bestimmte Arten, Artengruppen und Pflanzengesellschaften eine deutliche Bindung an bestimmte Stadtzonen und Nutzungsformen aufwiesen. Die extremen Standortverhältnisse urban-industrieller Brachflächen gekoppelt mit den klimatisch begünstigten Wärmeverhältnissen des Stadtklimas im Ballungsraum Ruhrgebiet haben dazu geführt, dass sich einige Arten, die ursprünglich aus dem Mittelmeerraum stammen, wie z. B. *Apera interrupta* (Unterbrochener Windhalm) und *Dittrichia graveolens* (Klebriger Alant), dauerhaft auf den Industriebrachflächen des Ruhrgebietes angesiedelt und eingebürgert haben (HAEUPLER & al. 2003b). Da sie innerhalb Nordrhein-Westfalens im Ruhrgebiet ihre größten Vorkommen außerhalb ihres natürlichen Areals besitzen, können sie als Charakterarten des Ruhrgebietes angesehen werden (KEIL 2011) (vgl. Kap. 7.3.2).

BÜSCHER & al. (2007) verweisen auf den Umstand, dass eine Ballungsraumflora einem ständigen Wandel unterworfen ist. Im Ruhrgebiet verschwanden oder starben einerseits die Arten der Naturlandschaft durch den Wandel zur Industrielandschaft aus, andererseits wanderten neue Arten hinzu, welche die neu vom Menschen geschaffenen, gestörten Wuchs-

orte besiedelten. Viele Arten werden – oftmals gärtnerischen Trends folgend – neu in Garten- und Parkanlagen kultiviert und können von dort verwildern und sich unter Umständen auch lokal oder großräumig einbürgern. Der Prozess der Einwanderung neuer Arten ist auch heute noch nicht abgeschlossen, da Güterumschlagsplätze und insbesondere Verkehrsflächen die Chance der Neueinwanderung von Arten ermöglichen (BÜSCHER & al. 1997). So ist mit weiteren Neufunden von Neophyten, Industriophyten und Coloneophyten (vgl. Kap. 5.3) im Ruhrgebiet auch in Zukunft zu rechnen. Die Tatsache, dass das Ruhrgebiet in seiner Naturraumausstattung erheblich vom Umland abweicht und naturnahe Biotope wie Moore, Wälder, Grünland und Gewässer stark verändert wurden oder gänzlich fehlen führt dazu, dass zumindest teilweise die ursprüngliche Flora hier entsprechend stärker gefährdet ist als in den übrigen Teilen Nordrhein-Westfalens (BÜSCHER & al. 1997).

Abschließend soll hier noch kurz auf die methodischen Problematiken bei der Erfassung der städtischen Flora und Vegetation hingewiesen werden, welche auch für die vorliegende Arbeit von Relevanz sind. WITTIG (1989) verweist in diesem Zusammenhang auf einige wichtige methodische Probleme, welche bei vergleichenden Darstellungen bezüglich der Stadtvegetation und –flora in besonderem Maße gegeben sind. Schwierigkeiten ergeben sich unter anderem in der floristisch-vegetationskundlichen Abgrenzung der Stadt gegenüber ihrem Umland, da auch in Städten durchaus naturnahe Lebensräume (z. B. oligohemerobe Stadtwälder) vorhanden sind. Vor allem aber die in Städten besonders stark ausgeprägte Heterogenität der vorhanden Flächentypen und die hohe Dynamik in der urbanen Flora und Vegetation machen deren Erfassung immer nur zu einer Momentaufnahme, derer sich der Kartierende stets bewusst sein sollte. Dieser Sachverhalt jedoch erschwert oftmals die Nachvollziehbarkeit der eigenen Untersuchungen bezüglich urbaner Flora und Vegetation im Vergleich mit den Ergebnissen anderer Experten, welche das gleiche Thema behandeln, so dass synoptische Vergleiche über die städtische Ruderalflora und –vegetation als schwierig angesehen werden müssen (WITTIG 1989).

7 Sukzessionsverlauf auf Brachflächen in urbanen und urban-industriellen Stadtlandschaften

An dieser Stelle soll hier sowohl auf die in Mitteleuropa regionalen Unterschiede der primären Gehölzsukzession auf Brachflächen in urbanen und urban-industriellen Stadtlandschaften als auch speziell auf die Brachentyp-spezifischen Unterschiede der Sukzession im Ruhrgebiet eingegangen werden. Die unterschiedlichen Brachtypen im Ruhrgebiet (Zechen- und Kokereibrachen, Stahlwerksbrachen, Bahnbrachen) sind durch einige floristische Unterschiede gekennzeichnet (vgl. DETTMAR 1992a), allerdings verbindet sie auch ein hohes Maß an gemeinsamen Arten und auf den Brachflächen ablaufenden Prozessen der Vegetationsentwicklung.

Die Gehölzsukzession verläuft nicht in allen Natur- und Ballungsräumen Mitteleuropas homogen, sondern ist abhängig von der biotischen und abiotischen Ausstattung des jeweiligen Naturraumes. Nicht jede Pioniergehölzart hat überall in Mitteleuropa ein gleich hohes Samenpotential. So nennt GILBERT (1994) für Brachflächen in England als häufigste Pionierbaumart *Salix caprea* (Sal-Weide). DETTMAR (1992a) und KOWARIK (1995a) führen für das durch atlantisches Klima gekennzeichnete Ruhrgebiet *Betula pendula* (Hänge-Birke) als häufigste Pionierbaumart an, wogegen im kontinentalen östlichen Mitteleuropa (unter anderem Berlin) vor allem *Robinia pseudoacacia* (Robinie) und *Ailanthus altissima* (Götterbaum) als Pionierbäume eine große Rolle spielen (REBELE & DETTMAR 1996). Ferner werden nicht zu extreme Böden städtischer Brachflächen in Berlin häufig von *Acer platanoides* (Spitz-Ahorn) und *Acer pseudoplatanus* (Berg-Ahorn) zuerst besiedelt.

7.1 Sukzession auf ruderalen Standorten im urbanen Raum

Städtische Biotope unterliegen in besonderem Maße den Wirtschafts- und Siedlungsaktivitäten des Menschen. Bau und Abriss von Gebäuden, Bodenversiegelung oder Aufschüttung mit fremden Bodenmaterialien können von heute auf morgen zu radikalen Veränderungen der Standortsbedingungen führen (LÖBF 2005). Die hohe Dynamik in den urbanen Stadtlandschaften führt zur Entstehung von offenen Böden oder Böden aus nicht natürlich an Ort und Stelle entstandenen Materialien wie Schutt, Bergematerial etc. (vgl. Kap. 6.3).

Die Vegetation stellt neben dem Relief den am stärksten landschaftsprägenden Faktor dar, ist aber im Gegensatz zu diesem ein eher dynamisches Element (DIERSCHKE 2003). Betrachtet man diese Dynamik unter dem Aspekt verschiedener Zeitskalen, so ergeben sich sehr differenzierte Veränderungen bzw. Schwankungen innerhalb der Pflanzendecke (s. Tab. 8). Sukzessionsvorgänge können in zeitlich überschaubaren Dimensionen das Bild und die Ästhetik einer Landschaft deutlich und nachhaltig verändern, so dass DIERSCHKE (2003) in diesem Zusammenhang auch von der "Landschaftsukzession" spricht. Daraus resultieren thematische Überschneidungen zwischen der Geobotanik und der Geographie, womit die Sukzessionsforschung ein interdisziplinäres Forschungsfeld darstellt. Der Terminus "Sukzession" leitet sich vom lateinischen Wort successio (= aufeinanderfolgen) ab. Eine Definition des Begriffes im Zusammenhang mit syndynamischen Abläufen und Prozessen in der Vegetationskunde gibt WILMANNS (1998: S. 46): "*Die gerichtete Abfolge verschiedener Pflanzengesellschaften beliebigen Ranges an ein und demselben Wuchsort bezeichnet man als Sukzession*, *die Gesamtheit der Gesellschaften als Serie.*"

Tab. 8: Zeiträume und vegetationsdynamische Abläufe auf unterschiedlichen Skalenebenen (nach DIERSCHKE 2003; verändert)

Zeitdimension	**Phänomen**	**Charakteristika**
Tage bis Monate	Fluktuation	kurzfristige Schwankungen
Ein Jahr	Phänologie	periodische Abläufe
Mehrere Jahre bis mehrere Jahrzehnte	Sukzession	mittel- bis langfristig gerichtete Entwicklung
Ein Jahrhundert bis mehrere Jahrhunderte	Vegetationsgeschichte	Entwicklungsrichtung hin zu einer stabilen Schluss-gesellschaft (Klimax)

STRAHLER (2005) versteht unter ökologischer Sukzession jegliche Arten von Veränderungen, in denen sich Biozönosen nebeneinander und nacheinander als Entwicklungsstadien auf dem Weg zu einem stabilen Endzustand ablösen. Auch LIEDTKE & MARCINEK (2002) verstehen unter Sukzession eine Vegetationsentwicklung, bei der die Vegetation am Ende der Entwicklung zu einer vollkommen in Einklang mit den jeweiligen Klima- und Standort-

faktoren stehenden Schlussgesellschaft (Klimax) führt. Nach der gängigen Auffassung führt die Sukzession auf geeigneten Standorten also zu einem Endstadium der dynamischen Vegetationsentwicklung, das am besten an die abiotischen Umweltbedingungen bzw. Standortfaktoren angepasst ist. Die ungelenkte, von menschlicher Tätigkeit unbeeinflusste Sukzession führt in Mitteleuropa bis auf wenige Extremstandorte wie Binnensalzstellen, Schwermetallstandorte, Quellbereiche und extreme Felstrockenhänge zu geschlossenen Waldbeständen, je nach Standortbedingungen zu differenzierten Waldtypen (vgl. Kap. 6.5). Wald ist also in Mitteleuropa auf überwiegendem Teil der Fläche die Potentielle Natürliche Vegetation (SCHERZINGER 1996).

In der Naturlandschaft Mitteleuropas fanden sich aus diesem Grunde daher offene, konkurrenzarme Wuchsorte nur kleinflächig an Meeresküsten und Flussufern, um Tierbauten herum sowie auf Windwurfflächen (BRANDES 1988). Auch die bereits erwähnten Extremstandorte wie Binnensalzstellen oder Schwermetallstandorte sind konkurrenzarme, natürlicherweise waldfreie Standorte, welche ein sich meist aus Spezialisten zusammensetzendes Sippeninventar aufweisen. Durch die siedelnde und wirtschaftende Aktivität des Menschen sind solche Standorte großflächig neu entstanden, sowohl in der Kultur- als auch in der Industrielandschaft. Nach BRANDES (1988) bedeckt die Ruderalvegetation in der Bundesrepublik Deutschland einen höheren Flächenanteil als alle Naturschutzgebiete des Festlandes zusammen, schon allein deshalb kann sie als Vegetationstyp bei der Beschäftigung mit der Vegetation eines Gebietes nicht übergangen werden. Die Ruderalvegetation besiedelt in erster Linie offene und häufig gestörte Flächen der Siedlungen, Industrie- und Verkehrsanlagen (BRANDES 1988). Besonders interessant ist das Vermögen der Ruderalgesellschaften, gestörte bzw. in der Natur nicht vorhandene Wuchsorte zu besiedeln. Auch SUKOPP (1979) stellt heraus, dass vorübergehend ungenutzte Flächen (Ruderalflächen, städtisches Brach- und Ödland) von völlig neuartigen Pflanzenkombinationen besiedelt werden, welche als Zeiger für die vom Menschen neu geschaffenen Lebensräume Bedeutung erlangen könnten. REIDL (1995) spricht in diesem Zusammenhang von Neozönosen, welche sich auf den jungen Industriebrachflächen momentan ausbilden. Rasches Überwinden größerer Entfernungen und schnelle Besiedlung offener Flächen sind wichtige Charakteristika der Ruderalflora (BRANDES 1988).

Die Ruderalvegetation umfasst nach BRANDES (1988) im ursprünglichen Sinne nur den kurzlebigen, Stickstoff liebenden Bewuchs der Schutthaufen (lat. rudera; rudus, ruderis =

Schutt, Mörtel). Eine erweiterte, der heutigen Verwendung des Begriffs besser angepasste Definition stammt ebenfalls von BRANDES (2007: S. 60): "*Ruderalvegetation ist die vorwiegend krautige Vegetation anthropogen stark veränderter und/oder gestörter Wuchsplätze, sofern diese weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt werden.*"

In Geobotanik, Vegetationskunde und weiteren ökologischen Fachdisziplinen verstand man unter dem Begriff "Ruderalvegetation" lange Zeit ausschließlich die krautige Vegetation offener und gestörter Wuchsorte. BRANDES (2007) verweist jedoch darauf, dass die "*anthropogenen Gehölzgesellschaften*" (nach POTT 1995: S. 457) eine wichtige Gesellschaftsgruppe innerhalb der Ruderalvegetation darstellen, die wegen ihrer Häufigkeit und dem ruderalen Charakter ihrer Krautschicht nicht vergessen werden darf. KOWARIK (1995a) betont, dass sich auch die durch spontanen Gehölzaufwuchs hervorgegangenen, von Pioniergehölzen aufgebauten Pionierwälder der Ruderalvegetation zuordnen lassen, da sie ebenfalls offene, anthropogen gestörte und veränderte Wuchsorte besiedeln. Die Tatsache, dass diese aus Spontansukzession hervorgegangenen Vorwälder heute in gewissem Maße forstwirtschaftlich genutzt werden, ändert nichts wesentlich an diesem Sachverhalt.

KUNICK (1990) betont, dass in Städten eine Vielzahl an Gehölzsippen in der Lage ist, auf urbanen Brachflächen spontan zu wachsen. Davon bildet jedoch nur ein geringer Anteil ausgedehnte und dichte Bestände. Als am häufigsten spontan auftretende Bäume in Städten des mitteleuropäischen Tieflandes nennt KUNICK (1982 u. 1990) *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Salix alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum* und *Fraxinus excelsior*, als die häufigsten spontan auftretenden Sträucher und verholzenden Kletterpflanzen *Sambucus nigra*, *Rubus fruticosus* agg., *Rubus caesius*, *Rubus idaeus*, *Rosa canina*, *Clematis vitalba* sowie *Parthenocissus quinquefolia* agg. BORNKAMM (1974) bezeichnete die Holundergebüsche des *Sambucetum nigrae* als die typischen Ruderalgebüsche im Stadtbereich. Diese Gesellschaft ist in der Lage, auf vielen unterschiedlichen Standorten zu stocken, auch wenn beschattete Standorte bevorzugt werden, und weist deshalb eine reiche Gliederung auf. Unterwuchs und Sippenzahl sind meist nur gering (BORNKAMM 1974).

Stärker sonnenexponierte Standorte werden im innerstädtischen Bereich meistens von der *Buddleja davidii*-Gesellschaft eingenommen. Diese Gesellschaft kann sehr rasch an Verkehrsinseln, auf Baustellen und anderen stark gestörten Standorten aufkommen (BORNKAMM

1974). Sie ist offener, reicher im Unterwuchs und an Sippen als das *Sambucetum nigrae*. Die aus China stammende Sippe *Buddleja davidii* (Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch) wird auf Grund ihrer attraktiven und dekorativen Blüten, welche einen intensiven Besuch von Tagfaltern und Hautflüglern aufweisen, gerne als Zierstrauch in Park- und Gartenanlagen gepflanzt (WITTIG 1991a). Verwilderungen von *Buddleja davidii* traten bislang vor allem im innerstädtischen Bereich größerer mitteleuropäischer Städte auf. WITTIG (1991a) führt dies auf die hohe Wärmebedürftigkeit und Frostempfindlichkeit des Sommerflieders zurück (Temperaturzahl 7 nach ELLENBERG) und verweist auf den starken Rückschlag der *Buddleja davidii*-Gesellschaft in Düsseldorf nach zwei überdurchschnittlich kalten Winterjahren. Der Sommerflieder war bereits in der Nachkriegszeit in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg eine häufige Trümmerpflanze auf Schutt- und Trümmerplätzen (DÜLL & KUTZELNIGG 2005), ist also in der Lage, ruderale Standorte erfolgreich zu besiedeln. Die Sippe kann heute als vollständig etabliert in NRW und Deutschland gelten und ist zu einem festen Bestandteil der meisten west- und mitteleuropäischen Städte geworden. Nach DÜLL & KUTZELNIGG (2005) kann ein Einzelexemplar von *Buddleja davidii* bis zu 20 Mio. Samen pro Jahr produzieren, welche auf Grund ihres geringen Gewichtes durch Windausbreitung als Ballonflieger über größere Distanzen transportiert werden können. Deswegen kann die Sippe als Pioniergehölz auf Ruderalstandorten eingestuft werden. Der Samen von *Buddleja davidii* bleibt auch nach mehreren Jahren im Boden noch keimfähig. Besiedelt werden vor allem Standorte mit trockenen, leicht sauren bis basischen, recht stickstoffarmen (Roh-)Böden (LÖBF 2005).

Brachflächen und Betriebsflächen der Bahninfrastruktur

Eisenbahngelände gehören wohl zu den floristisch am besten untersuchten Lebensräumen innerhalb von Städten (WITTIG 1991a). So nahm die Stadtbotanik ihren Ausgang unter anderem von der Erforschung der Bahnhöfe. SUKOPP & KUNICK (1976) nennen Bahnhöfe, vor allem Güterbahnhöfe, eine Fundgrube der Adventivfloristik, da sich in der Vergangenheit zahlreiche Sippen, deren Diasporen mit den transportierten Waren verbreitet wurden, auf Bahnflächen vorübergehend oder dauerhaft ansiedelten. Im Ruhrgebiet stammen die ersten Arbeiten – vor allem zur Adventivfloristik der Eisenbahngelände – von HÖPPNER & PREUSS (1926) sowie von SCHEUERMANN (1930). Jüngere Arbeiten zur Eisenbahn-Floristik beschreiben ausführlich die Flora und Vegetation der Bahnbrachen und Bahngelände des Ruhrgebietes und stellen explizit die hohe Phytodiversität dieser Lebensräume heraus (vgl. VOGEL & AUGART 1992; REIDL 1995; JAGEL 2003). Durch ihre Vernetzung mit anderen Regionen und den intensiven Gütertransport sind Bahninfrastrukturflächen häufig reich an

seltenen Adventivpflanzen. Auch das Schienennetz wird von einigen höheren Pflanzenarten als lineares Wanderelement genutzt. So konnten VOGEL & AUGART (1992) auf dem noch in Betrieb befindlichen Gelände des Bundesbahnausbesserungswerkes in Witten einige seltene Neophyten bzw. Industriophyten wie *Agrostis scabra*, *Atriplex rosea*, *Chenopodium pumilio*, *Galium parisiense* und *Plantago indica* (= *P. arenaria*) nachweisen. Nicht selten breiten sich an Bahnstrecken wandernde Arten später dispers aus, auch wenn ein Großteil dieser seltenen Adventivpflanzen in der an die Bahninfrastrukturflächen angrenzenden Landschaft bislang noch selten ist.

Auch aus anderen Ballungsräumen Deutschlands sind Bahnflächen und deren Flora und Vegetation eingehender untersucht worden, so z. B. im Berliner Raum (vgl. KOWARIK 1986; KOWARIK & LANGER 1994). Da das lineare Eisenbahnnetz als Wanderweg von einer Vielzahl von Pflanzensippen genutzt wird und Bahnhöfe sowie Bahntrassen durch ihre spezielle Ausstattung an abiotischen Standortfaktoren spezielle Lebensräume darstellen, sind Flächen der Bahninfrastruktur auch heute noch Untersuchungsgegenstand intensiver floristischer und vegetationskundlicher Erforschung (KOWARIK 1985 u. 1986; KOWARIK & LANGER 1994; REIDL 1995; BRANDES 1993 u. 2003; WITTIG & LIENENBECKER 2002; WITTIG 2002b u. 2008; BÜSCHER & al. 2008). Einige urbanophile Sippen sind in ihrer Verbreitung innerhalb des städtischen Lebensraumes sogar auf Eisenbahn- und Hafengelände beschränkt (z. B. *Cardaminopsis arenosa*) und werden von WITTIG (1991a) als orbitophil bezeichnet.

Durch die sich stark erhitzenden Substrate der in Betrieb befindlichen und ehemaligen Bahnverkehrsflächen finden sich auf solchen Flächen oftmals thermophile adventive Gehölze wie z. B. *Quercus cerris* (KOWARIK 1985) oder auch thermophile krautige Sippen wie z. B. *Eragrostis minor* (BÜSCHER & al. 2008). Auf noch in Betrieb befindlichen Eisenbahnflächen findet zudem in einem Turnus von einem Jahr eine Bekämpfung der sich spontan eingestellten Flora durch Herbizide statt (WITTIG 1991a), was auf brach gefallenen Eisenbahngeländen nicht mehr der Fall ist.

7.2 Diasporenangebot in der Umgebung industrieller Brachflächen im Ruhrgebiet

Industriebrachen sind durch ihre meist zentrale Lage in der Stadt einem extrem hohen Siedlungseinfluss ausgesetzt. Trotz dieser oftmals isolierten innerstädtischen Lage der

Industriebrachen im Ruhrgebiet führen Randlinieneffekte bzw. die umgebenden und angrenzenden Siedlungsbereiche zu einem erhöhten Diasporenangebot einer Vielzahl von heimischen und vor allem gebietsfremden Sippen, welche aus unmittelbarer Umgebung der Brachflächen auf diese eingetragen werden. Dies kann zu einer im Vergleich zu natürlichen Vegetationseinheiten erhöhten Diversität an Gefäßpflanzen in industrietypischer Vegetation führen (GAUSMANN 2008). Als Diasporenquellen können kultivierte Sippen aus innerstädtischen Biotopen wie Park- und Gartenanlagen, Kleingartenanlagen, Friedhöfen oder aber auch Straßenbaumanpflanzungen fungieren (GAUSMANN 2008). Bei den kultivierten Sippen handelt es sich zu einem nicht unbeträchtlichen Teil um gebietsfremde, teilweise exotische Pflanzensippen aus anderen Florenregionen. Durch die Verwilderung ausgehend von diesen Einwanderungstoren und Ausbreitungszentren kommt es zu einem erhöhten Anteil an Adventivpflanzen in der urban-industriellen Flora. Der Weg adventiver Sippen auf solche Brachflächen wird umso leichter, je mehr an Diasporen einer Sippe bereitstehen und je leichter und dadurch flugfähiger die Ausbreitungseinheiten sind (GAUSMANN 2008).

JOCHIMSEN (1992) stellt dagegen heraus, dass in einem so weitgehend urbanisierten und industrialisierten Raum wie dem Ruhrgebiet kaum noch Biotope erhalten sind, aus denen geeignete Samen und Früchte durch Wind und Tiere in kürzester Zeit und ausreichender Menge für die Besiedlung der Brachflächen herbeigeschafft werden können und die Sukzession auf Industriebrachflächen dementsprechend langsam verläuft. Dies trifft mit Sicherheit zu, wenn man dieses Phänomen auf die einheimischen Sippen (Indigenophyten) bezieht. Durch den starken Siedlungseinfluss des Menschen und seine Kultivierungstätigkeiten in Form der Anpflanzung zahlreicher gebietsfremder Pflanzensippen dürfte jedoch auch das Diasporenangebot von nichteinheimischen Sippen einen nicht unbeträchtlichen Teil des Diasporeninputs auf die Industriebrachflächen ausmachen. Auch KOWARIK (1995a) stellt heraus, dass die Einwanderung von Waldarten mit begrenzter Ausbreitungsfähigkeit in Städten beschränkt ist, dagegen die Einwanderung synanthroper Arten aus dem Siedlungsumfeld oftmals begünstigt ist.

Die Halden- und Industriebrachstandorte im südlichen und mittleren Teil des Ruhrgebietes sind fast vollständig vom Siedlungsbereich eingeschlossen (KEIL 2011). Jüngere Halden finden sich – in Korrelation zur Nordwanderung des Bergbaus im Ruhrgebiet (vgl. DEGE & DEGE 1980) – vor allem im nördlichen Ruhrgebiet und sind teilweise in landwirtschaftlich geprägten Bereichen entstanden (KEIL 2011), so z. B. die Halde Minister Achenbach (Lünen)

oder die Bergehalde Waltrop (Waltrop). Dementsprechend sind sowohl die Qualität und auch die Quantität des Diasporenangebotes aus der Umgebung der Brachflächen sehr vielgestaltig. Diasporenmaterial aus der land- und forstwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft ist ebenso vorhanden wie Diasporen der urban-industriellen Ruderalflora, wobei sich Letztere aus einer Vielzahl neophytischer als auch industrieophytischer Sippen zusammensetzt. KEIL (2011) betont die große Bedeutung bezüglich des Diasporenangebotes, die den großen Flussauen von Rhein, Ruhr und Lippe sowie den Ufern der Binnenschifffahrtsstrassen (Rhein-Herne-Kanal, Dortmund-Ems-Kanal) zukommt. Ein Großteil der indigenen krautigen Ruderalflora sowie der indigenen Pioniergehölze auf Industriebrachflächen und Halden rekrutiert sich aus Sippen der ursprünglichen Auenvegetation (KEIL 2011), wie z. B. *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum*, *Salix alba*, *Populus alba*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara* und andere (vgl. Kap. 7.3).

7.3 Primäre Sukzession auf Industriebrachen im Ruhrgebiet

Die Besiedlung von Brachflächen der Kohle- und Stahlindustrie stellt nach HOFMANN (1985) eine primäre progressive Sukzession dar, d. h. eine Vegetationsentwicklung auf vorher unbesiedelten Standorten in Richtung einer Schlussgesellschaft. WITTIG (2002a) betont, dass der durch Sukzession entstandene Vegetationstyp in hohem Maße abhängig ist von der Art, Häufigkeit und Intensität des menschlichen Einflusses sowie der Zeitspanne, wie lange die letzte Störung zurückliegt. Auch abiotische Standortfaktoren sowie die Phänologie spielen eine Rolle bei der Sukzession. So ist beispielsweise der Zeitpunkt im Jahr, wann eine Fläche brach liegt, entscheidend im Bezug auf die für die Besiedlung in Frage kommenden Arten, abhängig vom Lebenszyklus der jeweiligen Pionierart. Häufig wird im Zusammenhang der pflanzlichen Besiedlung von Industriebrachen auch von den "Selbstregulationskräften der Natur" gesprochen.

Der erste Aufsatz zur Flora und Vegetation auf Standorten der Montanindustrie des Ruhrgebietes stammt von STEUSLOFF (1938) und thematisiert speziell die Vorkommen von *Corrigiola litoralis* auf einer Zechenhalde. REIDL & DETTMAR (1993) stellen die Bedeutung dieses Aufsatzes heraus, der erstmalig das Auftreten der heute als gefährdet eingestuften Art auf anthropogen überformten Sekundärstandorten im Ruhrgebiet belegt. Weitere frühe Untersuchungen zur Sukzessionsentwicklung auf Brachflächen der Montanindustrie im Ruhrgebiet

stammen von KOLL (1962), ANTOCH (1963), ZEITZ (1965), RUNGE (1979) und SCHULMANN (1981).

Bei der Betrachtung der Sukzession auf industriellen Brachflächen muss bilanziert werden, dass sie völlig neu geschaffene Standorte darstellen, welche kein adäquates Gegenstück in der Naturlandschaft haben. Die Sukzession startet auf industriellen Brachflächen meistens vom Nullpunkt aus, da das Ausgangssubstrat (Bergematerial, Hochofengasschlacken etc.) steril ist und keinerlei Diasporenvorräte aufweist (vgl. Kap. 6.3). Nach WITTIG (1991a) besiedeln sich die stärker dem Siedlungseinfluss unterliegenden Randbereiche der Industriebrachen schneller mit Gehölzen, es bilden sich im Randbereich Gebüsche und Vorwaldstadien. Dadurch kommt es durch Randlinieneffekte gerade auf größeren Brachflächen im Verlaufe der Sukzession zu einer konzentrischen Vegetationszonierung (WITTIG 1991a). Die Standortsverhältnisse auf industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet schwanken – oftmals auf engstem Raum – mitunter sehr stark und führen zu beiden im Wasserhaushalt möglichen Extremen: einerseits treten Bereiche mit Staunässe auf, die durch die Verdichtung des Substrates mit dem Befahren durch schweres Gerät entstanden sind, andererseits kommen aber auch durch ausgeprägte Trockenheit gekennzeichnete Bereiche vor, welche durch die Wasserdurchlässigkeit des Substrates entstehen (WITTIG 2002a). Dieses breite ökologische Spektrum innerhalb eines räumlichen Gradienten in Kombination mit einem zeitlichen Gradienten mit unterschiedlichen Extremstandorten sowie Altersstadien der Sukzession auf Industrieflächen und deren Brachen führen zu einer hohen Diversität an Pflanzensippen (WITTIG 2002a; KEIL & al. 2007a; KEIL 2011). Dies belegen auch die Untersuchungen von DETTMAR (1992a), welcher durch vegetationskundliche Untersuchungen 197 verschiedene Vegetationseinheiten auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet nachweisen konnte und damit eine enorm hohe Diversität an Pflanzengesellschaften und Biotopstrukturen auf Restflächen der Montan- und Schwerindustrie feststellen konnte.

Die primäre Sukzession wird auf Industriebrachflächen unter anderem von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Ausgangssubstrates gesteuert (REBELE & DETTMAR 1996). DETTMAR (1992a) stellt in diesem Zusammenhang heraus, dass die Sukzession und die daran beteiligten Sippen in hohem Maße abhängig sind vom vorangegangenen industriellen Nutzungstyp und Industriezweig der Brachflächen. So sind für Stahlwerkrachflächen im Ruhrgebiet Sippen wie *Apera interrupta* charakteristisch, für Brachflächen der Kohle- und Koksproduktion dagegen Sippen wie *Dittrichia graveolens* (DETTMAR 1992b). Die ver-

schiedenen Typen industriell geprägter Lebensräume müssen daher hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Ausstattung mit abiotischen Standortfaktoren und dem daraus resultierenden, teilweise voneinander abweichenden Sippenspektrum differenziert betrachtet werden. SUKOPP & KUNICK (1976) betonen, dass für viele gebietsfremde Sippen, welche spontan auf Brachflächen auftreten, die chorologischen, ökologischen, genetischen und soziologischen Grundlagen erst ermittelt werden müssen. Mittlerweile haben zahlreiche Studien zur Sukzession auf Industriebrachflächen die Kenntnisse bezüglich der Vegetationsentwicklung soweit fortschreiten lassen, dass man eine klar differenzierbare Chronosequenz innerhalb eines zeitlichen Gradienten unterscheiden kann:

1. Rohbodenphase
2. Pionier(Initial-)stadium
3. Hochstaudenstadium
4. Verbuschungsstadium
5. Vorwaldstadium

PIETSCH & KAMIETH (1991) betonen, dass selbst nach Jahrzehnten nach der Aufschüttung mit Bergematerial der pflanzliche Bewuchs auf Brachflächen und Halden des Steinkohlenbergbaus oftmals spärlich und durch die hohe Reliefenergie von Erosionserscheinungen bedroht ist, sofern keine Übererdung mit "Mutterboden", Lehm oder Klärschlamm stattgefunden hat (vgl. Kap. 6.3). Auch mechanische Störungen durch das Befahren mit Baumaschinen oder durch Tritt können die Sukzession auf den Brachflächen nachhaltig stören. Trotzdem erweist sich die Vegetation der verschiedenen Sukzessionsstadien auf Industriebrachflächen häufig als außerordentlich vielfältig. Aus diesem Grunde soll bei den nachfolgenden Ausführungen mit Hilfe einiger exemplarischer Vegetationsaufnahmen ein Überblick über die häufigsten Vegetationseinheiten im Verlaufe der Sukzession auf industriell geprägten Brachflächen im Ruhrgebiet geliefert werden, allerdings ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

7.3.1 Besiedlung von Rohböden

Rohbodenstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Frisches Bergematerial und andere technogene Substrate wie z. B. Eisenhüttenschlacken, welche nicht durch einen Auftragsboden anthropogen überdeckt wurden, sind durch eine

Vielzahl extremer Standortfaktoren gekennzeichnet (vgl. Kap. 6.3), welche in ihrer synergistischen Wirkung die Lebensbedingungen für sich neu ansiedelnde Pflanzen als oftmals lebensfeindlich gestalten (vgl. KEIL & al. 2007a). Das durch seine dunkle Farbe und dementsprechend niedrige Albedo gekennzeichnete Bergematerial heizt sich an Strahlungstagen im Sommer oftmals sehr stark auf, zusätzlich weist das auf Industriebrachen vorherrschende Substrat oftmals eine geringe Wasserspeicherkapazität auf. Dadurch kommt es zumindest für die Höheren Pflanzen zu einer angespannten Wassersituation. Nicht selten werden daher solche Rohbodenstadien von den Niederen Pflanzen wie (Blau-)Algen, Flechten und Moosen zuerst besiedelt (KRICKE & STAPPER 2005). Untersuchungen von LÖSCH & al. (1997) ergaben, dass insbesondere die poikilohydren Flechten und Moose Existenzräume an solchen Standorten finden, wo starker abiotischer Stress die Konkurrenzkraft der homoiohydren Sprosspflanzen erniedrigt. Poikilohydre Pflanzen sind durch ihre Eigenschaft, Wasser über ihre gesamte Körperfläche aufnehmen zu können im Gegensatz zu den homoihydren Pflanzen in der Lage, zusätzliche Wasserquellen zu erschließen, z. B. in Form von morgendlichem Nebel oder Taufall (LÖSCH & al. 1997). Gleichzeitig können sie in Form einer Trockenstarre auch längere Perioden ohne Niederschläge unbeschadet überstehen, was ihnen im Vergleich zu den Höheren Pflanzen Konkurrenzvorteile verschafft. Zu den häufigsten Rohboden besiedelnden Kryptogamen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet zählen Gallertalge (*Nostoc commune*) (s. Abb. 4), Becherflechten der Gattung *Cladonia*, Schildflechten der Gattung *Peltigera*, Purpurstieliges Hornzahnmoos (*Ceratodon purpureus*) (s. Abb. 5), Brandstellen-Drehmoos (*Funaria hygrometrica*) sowie Silber-Birnmoos (*Bryum argenteum*) und Rasiges Birnmoos (*Bryum caespiticium*) (KRICKE & STAPPER 2005). Die Erstbesiedler urban-industriell geprägter Standorte gelangen meist durch Diasporenanflug (Anemochorie) auf die Flächen (FELDMANN 1987). Dies betrifft hierbei so gut wie alle Pionierarten der Niederen Pflanzen (Algen, Flechten, Moose).

SEIPEL & al. (2006) berichten von einer Erstbesiedlung des schroffen Bodenmaterials einer Stahlindustriebrache auf dem Gelände der ehemaligen Sinteranlage Duisburg-Beek von ausgedehnten, monostrukturierten Moosbeständen, die sich vorwiegend aus *Ceratodon purpureus* (Purpurstieliges Hornzahnmoos) zusammensetzten. Untersuchungen von KOLL (1962) auf einer Halde der Dortmund-Hörder Hüttenunion in Dortmund-Brüninghausen ergaben, dass neben *Ceratodon purpureus* auch *Bryum argenteum* (Silber-Birnmoos) als Pionierbesiedler eine Rolle auf Ablagerungen der Stahl verarbeitenden Industrie spielen kann.



Abb. 4: *Nostoc commune* auf Bergematerial der ehemaligen Zeche Hannover (Bochum-Hordel)



Abb. 5: *Ceratodon purpureus*-Polster auf dunklem Bergematerial der ehemaligen Zeche Rheinelbe (Gelsenkirchen-Ückendorf)

Rohbodenstadien auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Stillgelegte und brach gefallene Gleisanlagen sind zunächst als extreme Standorte einzustufen, was mit der angespannten Wassersituation auf Grund des durchlässigen Substrates (Kiese, Schotter) als auch der verstärkten Aufheizung an Strahlungstagen in Zusammenhang steht. Als Pionierarten treten an solchen Standorten dann auch zunächst stresstolerante poikilohydre Kryptogamen auf. Unter den Flechten sind verschiedene Rentierflechten (Gattung *Cladonia*), Schildflechten (Gattung *Peltigera*) sowie Gesteinsflechten wie beispielsweise die Mauerflechte (*Lecanora muralis*) und die Pünktchenflechte (*Buellia punctata*) häufige Pionierarten, unter den Moosen kommen Mauer-Drehzahnmoos (*Tortula muralis*), Purpurstieliges Hornzahnmoos (*Ceratodon purpureus*), Polster-Kissenmoose (*Grimmia pulvinata*, *G. orbicularis*), das anspruchslose ruderale Krücken-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rutabulum*) sowie auf basischem Substrat (Basalt- und Kalksteinschotter) Weißes Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium albicans*) und Stein-Goldhaarmoos (*Orthotrichum anomalum*) häufig vor. Die Moospolster fungieren dann zunächst als Sedimentfallen für die Ansammlung von Feinerdematerial und ermöglichen somit die Besiedlung der Standorte auch durch Höhere Pflanzen.

7.3.2 Pionierstadien

Pionierstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Auf Bergehalden des Ruhrkohlenbergbaus stellen sich nach FELDMANN (1987) zunächst *Epilobium angustifolium* (Schmalblättriges Weidenröschen), *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel), *Tussilago farfara* (Huflattich), *Calamagrostis epigejos* (Land-Reitgras) und als primär bodensaure Wälder besiedelnd auch *Deschampsia flexuosa* (Draht-Schmiele) ein. JOCHIMSEN (1987) nennt als die häufigsten Pionierbesiedler auf Abraumhalden des Bergbaus im Ruhrgebiet annuelle Sippen wie *Tripleurospermum perforatum* (Geruchlose Kamille), *Conyza canadensis* (Kanadisches Berufkraut), *Senecio viscosus* (Klebriges Greiskraut), *Taraxacum officinale* agg. (Artengruppe Gewöhnlicher Löwenzahn) sowie mehrjährige Sippen wie *Atriplex patula* (Spreizende Melde), *Artemisia vulgaris* (Gewöhnlicher Beifuß), *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel), *Holcus lanatus* (Wolliges Honiggras) sowie *Cerastium holosteoides* (Gewöhnliches Hornkraut).

Noch weitgehend offene Standorte werden auf Brachflächen häufig von konkurrenzschwachen Pionierpflanzen besiedelt. Dazu zählen auf Brachen der Steinkohle fördernden oder verarbeitenden Industrie im Ruhrgebiet beispielsweise adventive sommerannuelle Sippen wie *Dittrichia graveolens* oder *Chenopodium botrys*. Der Klebrige Gänsefuß trat innerhalb Deutschlands zuerst in Berlin gegen Ende des 19. Jh. auf (SUKOPP & KUNICK 1976), ist mittlerweile aber auch auf Industriebrachen im Ruhrgebiet frequent anzutreffen. BRANDES & GRIESE (1991) bezeichnen *Chenopodium botrys* als einen für Industriebrachen typischen Industriophyten. Das *Chaenorhino-Chenopodietum botryos* wurde zuerst aus Berlin beschrieben (SUKOPP 1971) und besiedelt trockene, relativ junge, kalkreiche und sandige bis kiesige oder schlackenreiche Standorte (WITTIG 2002a). Solche Standortkombinationen findet man nicht selten auf Industrie- und Bahnflächen, so dass *Chenopodium botrys* auch im Ruhrgebiet mittlerweile regelmäßig auf Industriebrachflächen angetroffen werden kann.

Eine typische Pioniergesellschaft auf Bergematerial im Ruhrgebiet stellt die *Dittrichia* (= *Inula*) *graveolens*-Gesellschaft dar. Bis Anfang der 1980er Jahre war die aus dem Mittelmeerraum eingeschleppte annuelle Sippe *Dittrichia graveolens* ein in Nordrhein-Westfalen seltener Industriophyt, erste größere Bestände traten im Ruhrgebiet im Essener Norden im Jahr 1983 auf (GÖDDE 1984). HÖPPNER & PREUSS (1926: S. 342) gaben die Sippe im Ruhrgebiet erstmalig aus Essen-Kettwig an, wo sie "*bisweilen mit fremder Wolle*" einge-

schleppt wurde. Der Erstnachweis für Deutschland stammt aus dem Mannheimer Raum, wo sie erstmalig zwischen 1876 und 1906 gefunden wurde (SAVELSBERGH 1983).

Auf Grund ihrer Verbreitung lässt sich *Dittrichia graveolens*, welcher außerhalb ihres natürlichen Areals innerhalb Nordrhein-Westfalens einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt im Ruhrgebiet zeigt (HAEUPLER & al. 2003b), als typische Ruhrgebietspflanze charakterisieren (KEIL 2011). HAEUPLER (1992c) spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Leitpflanze des Ruhrgebietes. *Dittrichia graveolens* besiedelt insbesondere im Frühjahr langzeitig vernässte, dunkle Schotter- und Schuttböden und bevorzugt Bergematerial, in denen die Samen vor Ausstrahlungsfrösten im Frühjahr geschützt sind und wo sich das schwarze Ausgangssubstrat schnell und nachhaltig erwärmt (GÖDDE 1984). Die *Dittrichia graveolens*-Gesellschaft ist insgesamt als Wärme liebend einzustufen, besiedelt werden in der Regel nicht allzu saure Standorte im mittleren pH-Bereich um pH 7 (GÖDDE 1984).

GÖDDE (1984) stellt die *Dittrichia graveolens*-Gesellschaft zum Verband *Sisymbrion* und vermutet auf Grund des Auftretens ausdauernder Hochstauden wie *Reseda luteola*, *Carduus acanthoides* und *Echium vulgare* eine Weiterentwicklung zum Verband *Onopordion*. SCHIEMIONEK (1991) untersuchte die Vergesellschaftung und Populationsbiologie der Art im Ruhrgebiet eingehend und stellte eine typische Vergesellschaftung mit vielen anderen annuellen Pionierarten fest. Charakteristisch waren zumeist unheimlich Individuenreiche Populationen von *Dittrichia graveolens* mit Dichten von bis zu 100 Individuen / 10 cm² (SCHIEMIONEK 1991) (s. Abb. 6), wobei die Exemplare dann häufig zwergwüchsig sind. Obwohl *Dittrichia graveolens* vermutlich keine dauerhafte Samenbank aufbaut, ist eine erfolgreiche Vermehrung durch die zahlreichen, gut flugfähigen Achänen gewährleistet, so dass sich die Art im Ruhrgebiet mittlerweile eingebürgert hat. Aus dem Ruhrgebiet existieren jüngste Fundorte von großen und individuenreichen Populationen von einer Brache im Technologiequartier in Bochum-Querenburg (BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN, 2007), von dem Gelände der ehemaligen Zeche Friedrich der Große in Herne-Horsthausen (D. BÜSCHER, 2008), von der Brache der ehemaligen Zeche Shamrock III/IV/XI in Herne-Holsterhausen (Verfasser, 2009) (s. Abb. 6), vom Gelände der ehemaligen Zeche Ewald (R. KÖHLER, 2010), von der Brache der ehemaligen Kokerei Hassel in Gelsenkirchen-Hassel (Vefasser, 2010) sowie vom Kohlesammellager Herten in Herten-Süd (Verfasser, 2010).

In Vegetationstab. 1 (s. Anhang VI) wird ersichtlich, dass solche Bestände auch eine vom bisherigen Kenntnisstand abweichende Soziologie aufweisen können, denn die beschriebene *Dittrichia graveolens*-Gesellschaft weist mit *Chenopodium rubrum* (Roter Gänsefuß) und *Chenopodium glaucum* (Blauer Gänsefuß) durch ihr floristisches Inventar neben dem Anschluss zu den *Artemisietea* auch Affinitäten zum Verband *Chenopodion rubri* (Melden-Gänsefuß-Ufersäume) auf. Das Vorkommen zahlreicher *Artemisietea*-Arten wie *Echium vulgare* (Gewöhnlicher Natternkopf), *Senecio inaequidens* (Schmalblättriges Greiskraut) und *Solidago gigantea* (Späte Goldrute) lassen eine Weiterentwicklung zu einer *Artemisietea*-Gesellschaft – wie GÖDDE (1984) bereits treffend vermutete – als wahrscheinlich erscheinen.



Abb. 6: Massenbestände von *Dittrichia graveolens* auf dunklem Bergematerial der ehemaligen Zeche und Kokerei Shamrock III/IV/XI (Herne-Holsterhausen)

Solche Pionierstadien auf Brachflächen der Montanindustrie können sich aus einer Vielzahl an einjährigen Arten zusammensetzen, wobei die Verteilung der Arten vom Diasporenangebot aus der Umgebung, möglicherweise aber auch von Zufällen abhängig ist. Ein Beispiel für ein solches Pionierstadium gibt Vegetationstab. 2 (s. Anhang VI) in Form einer *Spergularia rubra*-Gesellschaft auf Berge-material von der ehemaligen Zeche Zollverein Schachtanlage XII (Essen-Katernberg). Diese Fläche ist für die Öffentlichkeit zugänglich, so dass es zu einem gewissen Maß an Trittbelastung kommt. Daher kommen einige Vertreter der *Plantaginetea* (Trittgesellschaften) in der Vegetationsaufnahme vor (s. Vegetationstab. 2). Das Sippenspektrum setzt sich des Weiteren aus mehreren einjährigen Pflanzen wie *Spergularia rubra* (Rote Schuppenmiere), *Veronica arvensis* (Feld-Ehrenpreis), *Poa annua*

(Einjähriges Rispengras), *Erophila verna* (Frühlings-Hungerblümchen), *Persicaria maculosa* (Floh-Knöterich), *Cerastium semidecandrum* (Fünf-männiges Hornkraut), *Taraxacum* Sekt. *Ruderalia* (Wiesen-Löwenzahn) sowie *Stellaria media* (Vogel-Miere) zusammen. Es treten jedoch schon die ersten ausdauernden Arten der *Artemisietea* wie *Solidago gigantea* (Späte Goldrute) und *Senecio inaequidens* (Schmal-blättriges Greiskraut) auf, welche vermutlich die weitere Gesellschaftsentwicklung in Richtung eines Hochstaudenstadiums einleiten.

Ein etwas anderes floristisches Bild ergibt sich – abhängig von den im Gegensatz zu Restflächen des Bergbaus unterschiedlichen edaphischen Verhältnissen – bei der Sukzession auf ehemaligen Hochofenschlacken-Halden. KOLL (1962) stellte bei Untersuchungen zur Pionierflora auf einer Halde der Dortmund-Hörder Hüttenunion in Dortmund-Brüninghausen als Pionierarten *Conyza canadensis* (Kanadisches Berufkraut), *Epilobium angustifolium* (Schmalblättriges Weidenröschen), *Oenothera biennis* (Gewöhnliche Nachtkerze), *Echium vulgare* (Natternkopf), *Bromus sterilis* (Taube Trespe), *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel), *Artemisia vulgaris* (Gewöhnlicher Beifuß) und *Senecio viscosus* (Klebriges Greiskraut) fest. Nach SEIPEL & al. (2006) werden noch weitgehend unbesiedelte Brachflächen der Stahl-industrie von Trockenheit ertragenden und Wärme liebenden Arten dominiert. Das Arten-spektrum setzt sich dabei meist aus Arten der *Sedo-Scleranthetea* (Sandrasen und Felsgrusgesellschaften) zusammen, wie z. B. *Arenaria serpyllifolia* (Quendelblättriges Sandkraut), *Erophila verna* (Frühlings-Hungerblümchen), *Cerastium semidecandrum* (Fünfmänniges Hornkraut) und *Sedum acre* (Scharfer Mauerpfeffer). Auch *Saxifraga tridactylites* (Dreifinger-Steinbrech) kann ausgedehnte Bestände auf Ablagerungen der Stahl-industrie wie Eisenhüttenschlacken und Sinterablagerungen und daraus entstandenen Syrosem-Böden bilden. Ausgedehnte Dominanzgesellschaften bilden dagegen häufig einjährige *Chenopodietea*-Arten wie *Bromus tectorum* (Dach-Trespe) und *Vulpia myuros* (Mäuseschwanz-Federschwingel), die als *Bromus tectorum*-Gesellschaft und *Vulpia myuros*-Gesellschaft charakterisiert werden können (SEIPEL & al. 2006). Die Begleitflora setzt sich dabei zumeist aus *Sedo-Scleranthetea*-Arten wie *Sedum acre* und *Arenaria serpyllifolia* zusammen. SEIPEL & al. (2006) verweisen darauf, dass die synsystematische Stellung dieser Dominanzgesellschaften allerdings noch weitgehend unklar ist. Ein bemerkenswertes floristisch-vegetationskundliches Ergebnis der Untersuchungen von SEIPEL (2005) auf der Stahlwerksbrache der ehemaligen Sinteranlage Duisburg-Beek waren größere Bestände von *Petrorhagia prolifera* (Sprossende Felsennelke). Solche *Petrorhagia prilifera*-Gesellschaften stehen als ruderale Schotterfluren vermutlich ebenfalls den *Sedo-Scleranthetea* sehr nahe.

Floristische Besonderheiten der Pionierstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Neben weit verbreiteten, ubiquitären Arten der Pionierstadien sind aus floristischer Sicht solche Arten von besonderem Interesse, welche regional und im Naturraum selten sind, sei es nun von Natur aus oder durch anthropogene Gefährdungsursachen bedingt. Zu den typischen Arten der Pionierstadien auf Industriebrachflächen zählen auch solche Arten, welche ihre primären Standorte auf Flusskiesen und Flussschottern besitzen oder vor dem Beginn der Industrialisierung an Sekundärstandorten in der vorindustriellen, bäuerlichen Kulturlandschaft verbreitet waren. Hierzu zählen vor allem annuelle Arten wie *Corrigiola litoralis* (Ufer-Hirschsprung), *Herniaria glabra* (Kahles Bruchkraut) und *Illecebrum verticillatum* (Quirlblättrige Knorpelmiere) (HAMANN 1988; VOGEL 1997). Besiedelt wurden von ihnen in erster Linie Kiesbänke und Ufer nährstoffarmer Flüsse sowie feuchte Bodenanrisse an bäuerlichen Sandabgrabungen, Ufern von Fischteichen und Mühlenteichen in den einst weit verbreiteten, feuchten Sandheidegebieten (LÖBF 2005). Vergleichbare Standorte sind in der heutigen Kulturlandschaft weitgehend verschwunden. Das grusige, meist verdichtete und nährstoffarme Bergematerial auf Zechenbrachen und ähnliche technogene Ausgangssubstrate mit derselben Korngröße bieten ähnliche physikalisch-chemische Eigenschaften wie die Substrate an den Primärstandorten und den erloschenen Standorten der extensiven Kulturlandschaft, so dass diesen Arten auf den Industriebrachen geeignete Standorte und Ersatzlebensräume bereitgestellt werden. Der erste Bericht von *Corrigiola litoralis* auf einer Zechenhalde des Ruhrgebietes stammt von STEUSLOFF (1938), welcher bereits das Phänomen der Besiedlung von Sekundärstandorten mit einer im Ruhrgebiet seltenen Art beschreibt (vgl. Kap. 7.3).

Ruderalfloren und Segetalfloren sind miteinander in der freien Landschaft häufig im floristischen Austausch begriffen. Aus naturschutzfachlicher Sicht sind auf Industriebrachen auftretende Pionierstadien oftmals von großem Interesse, da sie oftmals gefährdete, konkurrenzschwache Sippen aufweisen, welche primär in der extensiven Agrarlandschaft vorkommen und durch die Intensivierung der Landwirtschaft dort heute sehr selten oder gefährdet sind. Dazu zählen unter anderem *Kickxia elatine* (Spießblättriges Tännel-Leinkraut) oder *Euphorbia exigua* (Kleine Wolfsmilch). Auch konkurrenzschwache Sippen der Magerbiotope natürlicher bis halbnatürlicher Ökosysteme (Sandmagerrasen, Halbtrockenrasen) sind auf den nährstoffarmen Pionierstandorten der Montanindustriebrachen anzutreffen, so z. B. *Aira praecox* (Frühe Haferschmiele), *Aira caryophyllea* (Nelken-Haferschmiele), *Filago minima* (Kleines Filzkraut) oder *Myosotis ramosissima* (Rauhes Vergissmeinnicht). Auf Grund des schlechten Wasserspeichervermögens der anthropogen aufgetragenen Substrate ist

die Wasserversorgung dieser Pionierstandorte defizitär, so dass auch an Trockenheit angepasste Sippen aus Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Felsgrusgesellschaften auftreten können, wie z. B. *Carlina vulgaris* (Golddistel), *Erigeron acris* (Scharfes Berufkraut) und *Sedum acre* (Scharfer Mauerpfeffer).

Flora auf Sonderstandorten montanindustrieller Restflächen

Auf Sonderstandorten ergibt sich vor allem auf Brachflächen der Kohleindustrie ein etwas abweichendes floristisches Bild, dass zu lokalen Besonderheiten in der Flora führen kann. Aus frisch geschüttetem Bergematerial können im Gestein befindliche Salze durch den Niederschlag ausgewaschen werden, wobei sich das Abflusswasser meist am Fuße der Halden sammelt. Dort sind an salzbelasteten Bergehalden im Ruhrgebiet auch Halophyten vermehrt beobachtet worden, wie z. B. *Puccinellia distans* (BÜSCHER 1984a; DETTMAR 1993). Salzbelastetes Grubenwasser als Standort beeinflussender Faktor führte im Ruhrgebiet zur Ansiedlung von Halophyten an Sekundärstandorten, so konnten GALHOFF & KAPLAN (1983) an Bochumer Zechenteichen fakultative Halophyten wie *Aster tripolium* (Strand-Aster), *Puccinellia distans* (Salz-Schwaden) und *Hordeum jubatum* (Mähnen-Gerste) nachweisen. Auch von einer Oberhausener Brachfläche, dem Waldteichgelände in Oberhausen-Sterkrade, einem ehemaligen Kohlesammellager, ist *Hordeum jubatum* bekannt (RIEDL & al. 2005).

Pionierstadien auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Auf sandig-kiesigen Rohböden kommt in Deutschland häufig *Vulpia myuros* (Mäuseschwanz-Federschwingel) auf Gleisanlagen und auf Bahnhofsflächen in großen Beständen vor, sofern diese Flächen nicht mit Herbiziden behandelt werden. Der Therophyt *Vulpia myuros* ist Charakterart einer Sand- und Kiesboden besiedelnden Gesellschaft, dem *Filagini-Vulpietum* (Federschwingelrasen) aus dem Verband *Thero-Airion* (Kleinschmielen-Rasen). GEHLKEN (2010) erwähnt, dass Federschwingel-Gesellschaften auch auf Bahnhofs- und Industriegeländen zu finden sind, die allerdings in ihrer Artenkombination vom *Filagini-Vulpietum* der primären Standorte (Sandtrockenrasen) deutlich abweichen. POTT (1995) betont ebenfalls, dass die *Vulpia myuros*-Bestände auf Bahnhöfen nicht dem *Filagini-Vulpietum* zuzuordnen sind, sondern als Derivatgesellschaften anzusehen sind. REIDL (1989) stellte die *Vulpia myuros*-Bestände auf Essener Bahnanlagen als *Sisymbrion*-Fragmentgesellschaft zugehörig heraus, was in dem Vorkommen von *Chenopodietea*- und *Sisymbrion*-Arten in diesen Beständen begründet lag.

Ebenfalls aus Essen beschreibt REIDL (1989) eine *Herniaria glabra-Herniaria hirsuta*-Gesellschaft, welche sowohl die Randbereich von Gleisanlagen als auch Brachflächen der Stahlindustrie besiedelt. AUGART & VOGEL (1992) stellen das *Herniarietum glabrae* als eigenständige Assoziation dar, welche für das Bundesbahnausbesserungswerk Witten auf feinen schwarzen Schottern (5-8 mm) nachgewiesen werden konnte. Das *Herniarietum glabrae* stellt eine charakteristisch prostrate Gesellschaft mit flacher Verwurzelung dar, die trittresistent ist und sich überwiegend aus Therophyten und Hemikryptophyten zusammensetzt (AUGART & VOGEL 1992). Auf dem Gelände des Bundesbahnausbesserungswerkes in Witten konnten VOGEL & AUGART (1992) des Weiteren Bestände bzw. Gesellschaften aus seltenen sowohl einheimischen als auch adventiven Arten feststellen. Dazu zählten beispielsweise *Illecebrum verticillatum*- und *Corrigiola litoralis*-Bestände als auch *Euphorbia maculata*- und *Chenopodium pumilio*-Bestände. Das Vorkommen solcher im Ruhrgebiet seltenen Adventivarten zeugt damit von der Funktion der Bahnanlagen als Einwanderungstore für gebietsfremde Arten. Auf sandig-kiesigem Material sowie auf Schlacken an stark besonnten und nur mäßig betretenen Standorten kommt nach SUKOPP & KUNICK (1976) auf Bahnflächen häufig die Wärme liebende *Eragrostis minor*-Gesellschaft vor.

Insbesondere auf Bahnbrachflächen innerhalb Deutschlands sind *Galeopsis angustifolia* und die seltene Adventivart *Psyllium arenarium* (= *Plantago arenaria*, *P. indica*) Pionierarten. Als eine für Bahnflächen typische, wenn auch dementsprechend seltene Pioniergesellschaft wird die *Plantago indica*-Gesellschaft auf Bahnschottern beschrieben, so beispielsweise aus dem Kölner Raum (BORNKAMM 1974). Diese Gesellschaft ist zwar für das Ruhrgebiet bislang nicht belegt, jedoch konnte Dr. PETER KEIL (Mülheim an der Ruhr) im August 2008 mehrere Pflanzen des Sand-Wegerichs auf dem Rangierbahnhof in Herne-Horsthausen nachweisen (BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011). Der Sand-Wegerich wurde für das Ruhrgebiet bereits im Jahr 1992 für das noch aktive Bundesbahnausbesserungswerk in Witten angegeben (VOGEL & AUGART 1992). Ebenfalls eine seltene Gesellschaft an ähnlichen Standorten ist das *Galeopsietum angustifoliae* (BORNKAMM 1974). REIDL (1989) beschreibt aus dem Essener Stadtgebiet eine *Galeopsis angustifola*-Gesellschaft, die der von BORNKAMM beschriebenen Assoziation nahestehen dürfte. Ein Nachweis eines größeren Vorkommens von *Galeopsis angustifolia* konnte vom Verfasser im August 2010 auf der Bahnbrache des Güterbahnhofs Gelsenkirchen-Zoo (Gelsenkirchen-Bismarck) gemacht werden (BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011). Zwar liegen bislang keine detaillierte Aufnahmen der *Plantago arenaria*-Gesellschaft und des *Galeopsietum angustifoliae* von Bahnbrachflächen im Ruhrgebiet vor,

jedoch ist durch die nachgewiesenen Vorkommen dieser Sippen davon auszugehen, dass diese Gesellschaften potentiell auch im Ruhrgebiet – wenn auch nur lokal – verbreitet sein dürften.

Häufiger finden sich auf schutthaltiger, sandig-kiesiger Unterlage – oft auf Schlacken – auf Bahnhöfen *Senecio viscosus*-Bestände als weitere Pioniergesellschaft. BORNKAMM (1974) verweist darauf, dass diese Gesellschaft lückig, meist arm an Pflanzensippen, aber dafür oft großflächig entwickelt ist und wegen ihres großen Flächenanteils für die Ruderalvegetation der Bahnanlagen von Bedeutung ist. Eine weitere Art der Bahnbetriebsflächen und Bahnbrachen, welche sich rezent im Ruhrgebiet entlang der Bahnstrecken ausbreitet und Tendenzen einer ferroviatischen Linienmigration auweist, ist der Industriophyt *Senecio vernalis*. GEYER & al. (2008) berichten von der rezenten Ausbreitung der Adventivarten *Tragopogon dubius*, *Geranium rotundifolium* und *Geranium purpureum* entlang der Eisenbahnstrecken im Mittleren Westfalen. Diese Arten können in diesem Raum ebenfalls als typische Eisenbahnpflanzen angesehen werden, da sie eine starke Affinität zum Schienennetz aufweisen (GEYER & al. 2008).

7.3.3 Hochstaudenstadien

Hochstaudenstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Im Verlaufe der progressiven Sukzession werden nach etwa drei bis fünf Jahren die zahlreichen annuellen Therophyten zunehmend von konkurrenzkräftigeren mehrjährigen bzw. ausdauernden Arten – oftmals Stauden – verdrängt. Auch die ersten juvenilen Pioniergehölze treten auf. SEIPEL & al. (2006) betonen, dass die Übergänge von niedrigwüchsiger Pioniervegetation zu Hochstaudenstadien fließend sind. Wichtige Arten des Hochstaudenstadiums auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet sind unter anderem *Senecio inaequidens* (Schmalblättriges Greiskraut), *Solidago gigantea* (Späte Goldrute), *Solidago canadensis* (Kanadische Goldrute), *Echium vulgare* (Gewöhnlicher Natternkopf), *Erigeron annuus* s.l. (Einjähriges Berufkraut i.w.S.), *Verbascum thapus* (Kleinblütige Königskerze) sowie verschiedene *Oenothera*-Sippen (vor allem *Oe. glazoviana*, *Oe. biennis* s.l., *Oe. fallax*, *Oe. issleri*). POTT (1995) erwähnt, dass *Senecio inaequidens* als Erstbesiedler offener Bergehalden im Ruhrgebiet fungiert und eine eigene *Senecio inaequidens*-Gesellschaft bilden kann. Die Gesellschaft ist jedoch nicht auf Brachflächen der Kohleindustrie beschränkt, sondern kommt auch auf Brachflächen der Stahl verarbeitenden Industrie vor. Eine Übersicht über die *Senecio inaequidens*-Gesellschaft gibt Vegetationstab. 3 (s. Anhang VI).

Auffallend in deser Vegetationsaufnahme ist der Reichtum an Therophyten wie *Amaranthus albus* (Weißer Amaranth), *Solanum nigrum* ssp. *schultesii* (Langhaariger Schwarzer Nachtschatten), *Vicia hirsuta* (Behaarte Wicke), *Mercurialis annua* (Einjähriges Bingelkraut), *Poa annua* (Einjähriges Rispengras), *Chenopodium rubrum* (Roter Gänsefuß), *Conyza canadensis* (Kanadisches Berufkraut) und *Geranium molle* (Weicher Storchschnabel) als Sukzessionsrelikte des vorangegangenen Pionierstadiums. Allerdings sind neben annuellen Arten und der dominierenden Art *Senecio inaequidens* bereits andere mehrjährige Stauden und Hochstauden wie *Echium vulgare* (Gewöhnlicher Natternkopf), *Tanacetum vulgare* (Rainfarn), *Hypericum perforatum* (Tüpfel-Johanniskraut), *Cirsium vulgare* (Gewöhnliche Kratzdistel) und andere flächendeckend vorhanden, so dass sich hier ein fließender Übergang zwischen Pionier- und Hochstaudenstadium ergibt (s. Vegetationstab. 3).

REIDL (1989) beschreibt von Essener Industriebrachflächen als eine Gesellschaft der Hochstaudenstadien das *Dauco-Picridetum* (Möhren-Bitterkraut-Flur). Nach WILMANNS (1998) zählt diese Gesellschaft zum charakteristischen Vegetationsinventar aufgelassener, brach gefallener Weinberge auf feinerdereichen Böden in warmer Klimalage. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte diese Gesellschaft von der Zeche Waltrop I/II an einem trockenen, flachgründigen Hang einer Bergehalde nachgewiesen werden, wie folgende Einzelaufnahme belegt (s. Vegetationstab. 4). Der pH-Wert lag mit 6 im schwach sauren Bereich. Mit *Hieracium pilosella* (Kleines Habichtskraut) *Campanula rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume) und *Polytrichum juniperinum* (Wacholdermoos) waren drei Arten der *Nardo-Callunetea* (Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden) vertreten. Bemerkenswert ist mit dem Auftreten von *Hieracium murorum* und *Hieracium sabaudum* agg. bereits das Vorkommen von zwei Arten der *Quercetalia robori-petraeae* (Bodensaure Eichenwälder), welche eine mögliche Weiterentwicklung zum *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwald) andeuten. SEIPEL & al. (2006) beschrieben von der Sinteranlage Duisburg-Beek ein Hochstaudenstadium in Form eines typischen *Echio-Melilotetum* (Natternkopf-Steinklee-Flur) mit kennzeichnenden Arten der *Artemisietea* wie *Daucus carota* und *Linaria vulgaris*, welche mit hohen Stetigkeiten auftraten. Dem *Echio-Melilotetum* wird von REBELE & DETTMAR (1996) nur eine sehr kurze Lebensdauer zugeschrieben, da in der Regel das Vorkommen zahlreicher weiterer Hochstauden (u. a. *Dipsacus fullonum*, *Solidago gigantea*) es möglich erscheinen lassen, dass sich die Zusammensetzung dieser Gesellschaft rasch ändern kann. Einen Überblick über das *Echio-Melilotetum* gibt Vegetationstab. 5 (s. Anhang VI) in Form einer Einzelaufnahme von einer Brachfläche der Steinkohle verarbeitenden Industrie.

SEIPEL & al. (2006) erwähnen, dass auch Vertreter aus den *Hieracien*-Aggregaten Dominanzbestände auf Schlacken und ähnlichen trockenen Substraten bilden können. Die drei häufigsten *Hieracium*-Aggregate waren auf einer Brachfläche der Stahl verarbeitenden Industrie in Duisburg *Hieracium pilosella* agg. (Artengruppe Kleines Habichtskraut), *Hieracium piloselloides* agg. (Artengruppe Florentiner Habichtskraut) sowie *Hieracium lachenalii* agg. (Artengruppe Gewöhnliches Habichtskraut) (SEIPEL 2005; SEIPEL & al. 2006). Auch *Erigeron annuus* s.l. (Einjähriges Berufkraut i.w.S.) und *Artemisia vulgaris* (Gewöhnlicher Beifuß) und andere dikotyledone Hochstauden sind zur Ausbildung von Dominanzbeständen auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet in der Lage. So beschreibt KÖLLNER (1999) von dem ehemaligen Kokereigelände Friedrich Thyssen 4 in Duisburg-Meiderich (heute zum Landschaftspark Duisburg-Nord gehörig) eine *Carduus acanthoides-Reseda luteola*-Gesellschaft (Kratzdistel-Färberreseden-Gesellschaft), die flächenhaft weit verbreitet auf dem Gelände auftrat.

Neben dikotyledonen Stauden und Hochstauden bildet auf Brachflächen der Kohle- und Stahlindustrie insbesondere *Calamagrostis epigejos* (Land-Reitgras) dichte Dominanzbestände (KEIL & al. 2007a), welche kaum die Ansiedlung anderer Pflanzenarten und auch der Pioniergehölze zulassen (s. Abb. 7). Selten kann *Carex hirta* (Behaarte Segge) subdominant in den kaum durchdringbaren *Calamagrostis*-Rasen beigefügt sein (KEIL & al. 2007a). Die *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft gehört, was die flächenhafte Verbreitung betrifft, zu einer der wichtigsten Vegetationseinheiten auf urban-industriellen Brachflächen, nicht nur im Ruhrgebiet, sondern in ganz Mitteleuropa. Auch BRANDES & GRIESE (1991) verweisen auf die große Rolle von *Calamagrostis epigejos* bei der Besiedlung stillgelegter Industriestandorte. *Calamagrostis epigejos* verfügt über eine weite ökologische Amplitude, welche es der Art erlaubt, auf sauren, salzhaltigen sowie alkalischen Böden zu wachsen.

REBELE & LEHMANN (2001) stellen die extreme ökologische Spannbreite heraus, die es *Calamagrostis epigejos* erlauben, die unterschiedlichsten Lebensräume von naturnahen, halbnatürlichen bis hin zu stark anthropogen veränderten Habitaten zu besiedeln. Den Erfolg von *Calamagrostis epigejos* begründen REBELE & LEHMANN (2001) mit der starken vegetativen Vermehrung durch ein unterirdisch angelegtes Rhizomsystem, d. h. *Calamagrostis epigejos* ist durch klonales Wachstum in der Lage, sich durch ein weitreichendes, geschlossenes Rhizomsystem erfolgreich auch gegenüber anderen konkurrenzstarken Arten durchzusetzen und dadurch großflächige Monobestände aufzubauen. Auch wenn es sich bei *Calamagrostis*

epigejos um eine indigene Sippe handelt, betonen REBELE & LEHMANN (2001) die Förderung des Auftretens der Sippe durch menschliche Störungen. So kann *Calamagrostis epigejos* auf lokaler Ebene und vor allem auf Industriebrachen durchaus als invasiv eingestuft werden. Seltener finden sich auf urban-industriellen Brachflächen auch Mischbestände bzw. Mosaikkomplexe aus *Calamagrostis epigejos*, *Solidago gigantea* bzw. *Solidago canadensis* und anderen konkurrenzkräftigen Hochstauden, welche ein mosaikartiges, oftmals eng verzahntes Vegetationsgefüge bilden (REBELE 1996).



Abb. 7: Dichter Dominanzbestand von *Calamagrostis epigejos* (Land-Reitgras) auf der Industriebrachfläche Halde Groppenbruch (Dortmund-Schwieringhausen)

Neben Dominanzbeständen von *Calamagrostis epigejos* soll hier noch kurz auf zwei weitere ruderale Vegetationstypen aus monokotylen Gräsern eingegangen werden, welche ebenfalls auf Industriebrachen im Ruhrgebiet auftreten und dem Hochstaudenstadium zugeordnet werden können. Es handelt sich um zum einen um ruderale Glatthaferwiesen, welche mit den eigentlichen Fettwiesen und Weiden der *Arrhenatheretalia* nur wenig gemein haben (SEIPEL & al. 2006). Vielmehr sind es städtische, nicht bewirtschaftete *Arrhenatherum elatius*-Wiesen mit einem hohen Anteil von *Artemisietea*-Arten wie *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Daucus carota* und *Senecio inaequidens*. FISCHER (1985) stellte daher diese ruderalen Glatthaferwiesen systematisch zwischen das *Arrhenatheretum elatioris* und das *Artemisio-Tanacetetum*. Das Standortspektrum dieser ruderalen Glatthaferwiesen auf Industriebrachen

ist relativ weit. Sie besiedeln sowohl feinmaterialarme Schotterböden wie beispielsweise Gleistrassen als auch skelettarme und bereits bindigere Böden (DETTMAR 1991).

Zum anderen können sich auf Brachflächen im Ruhrgebiet ruderale Dominanzbestände von *Poa palustris* (Sumpf-Rispengras) ausbilden. Trotz ihres deutschen Namens ist die Art auch in der Lage, trockene und wechselfeuchte Standorte zu besiedeln. KALVERAM (1992) konnte von der Brachfläche des ehemaligen Sammelbahnhofs Frintrop in Essen solche ruderalen *Poa palustris*-Bestände nachweisen, die pflanzensoziologisch nur schwer einzuordnen sind. Vermutlich stehen sie zwischen dem *Arrhenatheretum elatioris* (Glatthaferwiese) und dem *Artemisio-Tanacetetum* (Beifuß-Rainfarn-Gesellschaft), da die von KALVERAM (1992) untersuchten Bestände Artengruppen aus beiden Vegetationseinheiten aufwiesen. Ein Teil der Aufnahmen von KALVERAM (1992) deuteten durch das Auftreten von Hochstauden wie *Echium vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Tanacetum vulgare* u. a. zumindest eine Entwicklung in Richtung einer ruderalen Hochstaudenflur an.

Hochstaudenstadien auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Als eine der häufigsten Arten sowohl auf Bahnbrachflächen als auch noch in Betrieb befindlichen Bahnflächen kann *Hypericum perforatum* angesehen werden. *Hypericum perforatum* hat auf Grund seiner Resistenz gegenüber Herbiziden einen Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Ruderalarten, so dass die Art umso häufiger auftritt, wo regelmäßig die Betriebsflächen gespritzt werden (VOGEL & AUGART 1992). Dadurch sind *Hypericum perforatum*-Bestände durch ihre extrem weite Verbreitung ein omnipräsentes Bild auf Bahnflächen. Auch *Senecio viscosus* ist relativ unempfindlich gegenüber der Bekämpfung mit Herbiziden, so dass sich ähnliche Selektionseffekte ergeben. Sowohl *Hypericum perforatum* als auch *Senecio viscosus* bilden häufig Fragmentgesellschaften auf noch befahrenen Bahnanlagen (BRANDES 1983) als auch stillgelegten Gleisanlagen (REIDL 1989). WITTIG (1991a) erwähnt, dass in Industriegebieten, auf Brachflächen der Montanindustrie, vor allem aber auf Bahngeländen häufig großflächige, dicht geschlossene Bestände von *Calamagrostis epigejos* (Wald-Reitgras) gefunden werden können. Es bildet als Pionierpflanze durch klonales Wachstum oftmals nahezu 100% der Fläche einnehmende, monostrukturierte Dominanzbestände, in denen sich andere krautige Sippen und selbst Gehölze nur ausgesprochen schwer ansiedeln können (LEHMANN & REBELE 2005). Solche *Calamagrostis epigejos*-Bestände stellen perennierende, oft über mehrere Jahre lang anhaltende Dauerstadien dar und können den weiteren Sukzessionsverlauf erheblich verzögern.

7.3.4 Verbuschungsstadien

Verbuschungsstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Gebüsche und Vorwälder auf industriellen Brachflächen stehen im Sukzessionsverlauf erst am Ende einer langjährigen, ungestörten Vegetationsentwicklung (HURTIENNE 1990). Nach FELDMANN (1987) erscheinen bereits sehr früh nach der Entstehung der Montanbrachflächen per Windanflug der Samen auch die ersten Gehölze, so vor allem *Betula pendula* (Hänge-Birke) und *Salix caprea* (Sal-Weide). Danach können Arten aus unterschiedlichen pflanzensoziologischen Einheiten folgen, so z. B. aus Tritt-, Kahlschlags-, Ruderal- und Ackerwildkrautgesellschaften (FELDMANN 1987). Es bleibt aber meist für längere Dauer ein pflanzensoziologisch recht uneinheitliches Bild (FELDMANN 1987). Kommt es nicht zur Aubildung eines Hochstaudenstadiums bzw. wird dieses übersprungen, so bildet sich nach ca. fünf Jahren oft ein niedriges Birkengebüsch, stellenweise mit Sommerflieder (*Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft), nach zehn bis zwanzig Jahren ein lichter Birkenwald, welcher zunächst eine lückenhafte Krautschicht aufweist (FELDMANN 1987).

Überwuchert werden ruderale Gebüsch-Bestände auf Industriebrachen nicht selten mit dichten Schleiern von *Clematis vitalba* (Weiße Waldrebe), die als apophytische Liane in Erscheinung tritt. SEIPEL & al. (2006) konnten jedoch auch einen flächigen, teppichartigen Bodenbewuchs und Zwerggebüschbestände dieser Art auf dem Gelände der ehemaligen Sinteranlage Duisburg-Beek feststellen. Auch als Mantel am Rande bereits etablierter Vorwald-Bestände tritt die *Clematis vitalba*-Gesellschaft auf. Neben *Clematis vitalba* können auch einige verwilderte Ziergehölz-Lianen diese Funktion übernehmen. Im Ruhrgebiet sind es vorwiegend *Parthenocissus inserta* (Fünfzähliger Wein) sowie *Parthenocissus tricuspidata* (Dreizähliger Wein) (BÜSCHER 2003).

Ein häufiges Erscheinungsbild auf Brachflächen der Montanindustrie sind dichte Bestände und Gestrüppe verschiedener *Rubus*-Arten. Solche *Rubus*-Dominanzbestände sind durch flächenhaften, dichten Wuchs gekennzeichnet, wobei die kräftigen Triebe der Brombeeren das Aufkommen sowohl krautiger Arten als auch von anderen Gehölzen erheblich verhindern können (SEIPEL & al. 2006). DETTMAR (1992a) stellt die überraschend hohe Vielfalt der Brombeer-Arten auf den Industriebrachen im Ruhrgebiet heraus. Zu den häufigsten *Rubus*-Arten auf Industriebrachflächen und auch Bahnanlagen im Ruhrgebiet zählen *Rubus armeniacus* (Garten-Brombeere) und *Rubus elegantispinosus* (Schlankstachelige Brombeere) (DETTMAR 1992a; REBELE & DETTMAR 1996; SEIPEL & al. 2006). DETTMAR (1992a) betont,

dass die synsystematische Zuordnung der ruderalen Brombeerbestände schwierig ist, da es an entsprechenden Vergleichsaufnahmen mangelt. Da es sich aber meist um Dominanzbestände von nur einer Brombeer-Art handelt, lassen sich die Brombeerbestände wohl am ehesten als ranglose Gesellschaften ansprechen. Eine weitere häufige *Rubus*-Art auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet ist nach DETTMAR (1992a) *Rubus camptostachys* (Wimper-Haselblatt-Brombeere), welche eine weite Standortsamplitude zeigt und daher dementsprechend eine weite Verbreitung aufweist.

GÖDDE (1987) sowie DIESING & GÖDDE (1989) beschreiben 13 unterschiedliche Gebüsch-Gesellschaften, welche frequent in nordrhein-westfälischen Städten auftreten, von denen nach eigenen Beobachtungen und Literaturangaben (DETTMAR 1992a; REBELE & DETTMAR 1996) acht auf Industriebrachen im Ruhrgebiet regelmäßig anzutreffen sind und größere Flächen einnehmen (s. Tab. 9).

Tab. 9: In nordrhein-westfälischen Städten vorkommende ruderale Gebüsch-Gesellschaften und ihre Verbreitungsschwerpunkte innerhalb verschiedener Lebensräume (nach GÖDDE 1987; DIESING & GÖDDE 1989; REIDL 1989 sowie eigenen Beobachtungen, n. p.)

Vegetationseinheit	**Nicht-industrielle Brachfläche im urbanen Raum Nordrhein-Westfalens**	**Industriell geprägte Brachfläche im urbanen Raum Nordrhein-Westfalens**
Salicetum capreae	X	X
Sambucetum racemosae	X	-
Sambucus nigra-Gesellschaft	X	X
Rubus idaeus-Gesellschaft	X	-
Robinia pseudoacacia-Gesellschaft	X	X
Rubetum armeniaci	X	X
Rubus elegantispinosus-Gesellschaft	X	X
Cytisus scoparius-Gesellschaft	X	-
Pruno-Ligustretum	X	-
Rubus corylifolius-Gesellschaft	X	X
Buddleja davidii-Gesellschaft	X	X
Lycium barbarum-Gesellschaft	X	-
Clematis vitalba-Gesellschaft	X	X

Spontan entstandene Sommerflieder-Gebüsche traten in Deutschland erstmalig in größeren Beständen in den Nachkriegsjahren des Zweiten Weltkrieges auf Trümmerschutt auf (KREH 1952). Erste Fundmeldungen von vereinzelten Verwilderungen des Sommerflieders im Ruhrgebiet stammen ebenfalls aus dieser Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg in den Jahren 1945-1954 aus Dortmund, ebenfalls auf Trümmern (RUNGE 1955). *Buddleja davidii* wurde als Zierstrauch aus China nach Europa eingeführt (OBERDORFER 1983a) und ist außerordentlich frostempfindlich. Der Sommerflieder friert in strengen Wintern regelmäßig zurück, bisweilen sind sogar Fälle von Mortalität zu verzeichnen. Auf Grund der Kälteempfindlichkeit beschränkte sich seine Verbreitung zunächst auf die wärmebegünstigten Lagen (DIESING & GÖDDE 1989) wie beispielsweise wärmebegünstigte Brachen und Eisenbahnanlagen. Daher lag das Verbreitungszentrum bzw. Verbreitungsoptimum von *Buddleja davidii* im Süden und Südwesten Deutschlands (KUNICK 1990), hier in den wärmebegünstigten Innenstadtbereichen. DIESING & GÖDDE (1989) stellten die Unterschiede in der räumlichen Verbreitung des Sommerflieders innerhalb Nordrhein-Westfalens heraus: in Düsseldorf und Essen baute der Sommerflieder eigene Gebüsch-Gesellschaften auf, in Recklinghausen und Münster trat er hingegen nur vereinzelt auf.

Der Sommerflieder zeigt in Nordrhein-Westfalen bezüglich der Verbreitung ein Nord-Süd-Gefälle, wobei Verwilderungen der Sippe nach Norden hin abnehmen (DIESING & GÖDDE 1989). Die *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft ist eine initiale Übergangsgesellschaft in Richtung eines Birken-Vorwaldes, die sich im Ruhrgebiet häufig auf Gleisböschungen, Industriebrachen und Brachflächen in wärmeren Innenstadtbereichen findet (GÖDDE 1986; REIDL 1989). Sie besiedelt in der Regel Wärme begünstigte Standorte auf sandigen, kiesigen oder schottrigen Böden (VOGEL & AUGART 1992). Eine Übersicht über die *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft von verschiedenen Industriebrachen im Ruhrgebiet gibt Vegetationstab. 6 (s. Anhang VI). Die Aufnahmen stammen jeweils von einer Kokerei-, Stahlwerks- und Bahnbrache.

Auf mageren Industriebrachflächen mit mäßiger Stickstoffversorgung, insbesondere Restflächen der Montanindustrie, können neben von *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula* oder *Buddleja davidii* aufgebauten Gebüschen auch verstärkt mehr oder weniger lichte Weißdorn-Gebüsche mit *Crataegus monogyna* s.l. als dominanter Strauch-Sippe entstehen (KEIL 2011). HACHFELD (1999) beschreibt dagegen sehr dichte *Crataegus monogyna*-Dominanzbestände auf tiefgründigem, nährstoff- und basenreichem Substrat vom

Gelände des heutigen Landschaftsparks Duisburg-Nord. Ein Beispiel für die *Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft als typisches Verbuschungsstadium gibt Vegetationstab. 7 (s. Anhang VI) aus dem NSG "Holzplatz Bönen" (ehem. Zeche Königsborn). Auffällig sind die zahlreichen Magerkeits-zeiger wie *Clinopodium vulgare* (Gewöhnlicher Wirbeldost), *Erophila verna* (Frühlings-Hungerblümchen), *Hieracium lachenalii* (Gewöhnliches Habichtskraut), *Entodon concinnus* (Gelbstängelmoos) sowie die hohen Deckungsgrade von Gräsern wie *Calamagrostis epigejos* (Land-Reitgras) und *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer) in der Aufnahmefläche. Das Arten-spektrum dieses Vegetationstyps setzt sich größtenteils aus Arten der Schlehen- und Traubenholundergebüsche (*Rhamno-Prunetea*) sowie der ausdauernden Hochstaudenfluren (*Artemisietea*) zusammen, aber auch Arten der Säume (*Trifolio-Geranietea*), des Grünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*), der halbruderalen Queckenrasen (*Agropyretea intermedii-repentis*) sowie der sommergrünen Laubwälder (*Querco-Fagetea*) kommen vor (s. Vegetationstab. 7).

Ein etwas anderes, von den vorangegangenen Verbuschungsstadien abweichendes floristisch-soziologisches Bild ergibt sich bei der Sukzession auf nährstoffreichem Ausgangssubstrat wie z. B. Bauschutt. Auf solch einem tonig-lehmig verwitternden Ausgangssubstrat, welches durch den Tonreichtum sehr stark wasserzügig ist, erweisen sich neben *Betula pendula* auch noch eine Reihe weiterer Pioniergehölze als konkurrenzkräftig, allen voran verschiedene Weiden- und Pappel-Arten wie *Salix alba* (Silber-Weide) und *Populus alba* (Silber-Pappel). Auch *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle) tritt bei der Sukzession auf feuchten und nährstoffreichen Standorten als weitere Baumart in Erscheinung. Einen Überblick über die Sukzession bzw. die Verbuschungsstadien auf Bauschutt gibt Vegetationstab. 8 (s. Anhang VI) in Form der *Salix alba*-Gesellschaft mit *Salix alba* als dominierender Baumart. Auffallend ist die hohe Artenzahl in Vegetationsaufnahme 10, die mit 49 Arten belegt, dass die Quantität an Pflanzenarten im Verlaufe der Sukzession nicht zwangsläufig absinken muss (s. Vegetationstab. 8).

Verbuschungsstadien auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Buddleja davidii (Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch) ist nach WITTIG (2008) die häufigste Gehölzsippe auf Bahnflächen im Ballungsraum Rhein-Ruhr. Auch BÜSCHER (2003) gibt für Bahnbrachflächen in Dortmund *Buddleja davidii* als eine der häufigsten spontan entstandene Gebüsche bildenden Straucharten auf grusig-kiesigen Substraten an. VOGEL & AUGART (1992) berichten vom Bundesbahnausbesserungswerk Witten von ruderalen Gehölz-

beständen mit Dominanz von *Buddleja davidii*, die zusammen mit *Betula pendula* vergesellschaftet waren. Solche *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaften kommen als initiale Übergangsgesellschaften, die sich weiter in Richtung eines Vorwaldes entwickeln, häufig in Wärme begünstigten Stadtbereichen wie Gleisanlagen und Bahnbrachen vor (VOGEL & AUGART 1992). Nach SUKOPP (1990) zeigt *Buddleja davidii* eine Präferenz für trockene und neutrale bis alkalische Standorte, wie sie auf Flächen der Bahninfrastruktur reichlich durch den Verbau von basenreichen Substraten für den Gleisbau (Basaltschotter, Kalksteinschotter, Eisenhüttenschlacken) vorhanden sind. In Tab. 15 ist die *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft auf Basaltschotter von einer stillgelegten Bahntrasse in Gelsenkirchen dokumentiert. Auffallend ist die hohe Artmächtigkeit von der Pionierbaumart *Populus tremula* (Zitter-Pappel) sowie der neophytischen Baumart *Prunus serotina* (Spätblühende Trauben-Kirsche), die bevorzugt saure Standorte besiedelt. Als Sukzessionsrelikt tritt *Rubus armeniacus* (Armenische Brombeere) aus einem jüngeren Verbuschungsstadium in der Aufnahme auf, was deutlich macht, das bei nicht allzu großer Dominanz von *Rubus armeniacus* diese Bestände von der *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft abgebaut werden können.

BÜSCHER (2003) gibt für Dortmund im östlichen Ruhrgebiet als weiteren Vegetationstyp der spontanen Gebüsche ein Sanddorn-Weißbirken-Gebüsch als eine nicht seltene Gebüsch-Gesellschaft auf Bahnbrachen an, in dem *Hippophae rhamnoides* dominant ist. Besiedelt wurden von solchen Sanddorn-Weißbirken-Gebüschen Wasser durchlässige Substrate wie Schotter und Kohlengrus (BÜSCHER 2003). *Hippophae rhamnoides* ist in der Lage, durch vegetative unterirdische Ausläufer freie Flächen relativ schnell und erfolgreich zu besiedeln.

7.3.5 Vorwaldstadien

Vorwaldstadien auf Brachflächen der Montanindustrie

Vorwälder bzw. Pionierwälder entstehen auf städtischen Brachflächen als Ergebnis einer ungestörten Sukzession (WITTIG 1998). Sie haben auf den Industriebrachflächen des Ruhrgebietes einen großen Anteil an der spontanen Vegetation, insbesondere auf den längere Zeit brach liegenden Flächen (DETTMAR 1992a). Ein Bild der spontan entwickelten Haldenvegetation des Bergbaus im Ruhrgebiet wurde bereits von RUNGE (1979) durch pflanzensoziologische Aufnahmen von Haldenstandorten im Raum Lünen / Bergkamen vermittelt. Bereits hier wurde auf das erste Auftreten von *Quercus robur* (Stiel-Eiche) in den Birken-

wäldern aufmerksam gemacht, wobei eine Weiterentwicklung zum Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) spekulativ angedeutet wird (RUNGE 1979).

Die beiden Pioniergehölze *Betula pendula* (Hänge-Birke) und *Salix caprea* (Sal-Weide) sind die häufigsten Gehölzsippen spontan entstandener Vorwälder auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet und besitzen hier das größte Samenpotential unter den Pionierbäumen. Beide Gehölzsippen produzieren in riesigen Mengen leichte, flugfähige Samen, welche dann vom Wind über weite Strecken transportiert werden und daher innerstädtische Brachflächen relativ leicht erreichen (WITTIG 1991a u. 2002a). Nach WITTIG (2002a) sind Samen von *Betula pendula* und *Salix caprea* sind in Städten Mitteleuropas allgegenwärtig. Dies bedeutet, dass durch Diasporenanflug von Samen dieser beiden ruderalen Gehölzsippen so gut wie jede freie und neu verfügbare Fläche im innerstädtischen Raum rasch besiedelt werden kann. Sowohl *Betula pendula* als auch *Salix caprea* haben ein relativ weites Standortspektrum (DETTMAR 1992a). Beide Sippen sind bezüglich ihrer ökologischen Standortsansprüche nicht sonderlich scharf voneinander abgegrenzt, zeigen aber dennoch leichte Unterschiede in der Standortwahl. Auf neu zu besiedelnden Standorten mit sauren Ausgangssubstraten gelangt meist *Betula pendula* zur Vorherrschaft, es werden aber auch basische Standorte – wenn auch quantitativ weniger – von *Betula pendula* besiedelt. Standorte, die hingegen durch basische Ausgangssubstrate gekennzeichnet sind, werden zumeist in verstärktem Maße von *Salix caprea* und weiteren *Salix*-Sippen besiedelt, wobei die Bodenfeuchte hierbei einen weiteren selektiven Standortsfaktor darstellt. Auf sehr nährstoffarmen und trockenen Substraten wie Berge tritt *Salix caprea* jedoch deutlich zurück, auf solchen Standorten kommt *Betula pendula* verstärkt zur Ausbildung von Gebüschen und Vorwäldern (REIDL 1989; DETTMAR 1992a; VOGEL & AUGART 1992). Die Weidenröschen- Salweiden-Gesellschaft (*Salicetum capreae*) ist nach REBELE & DETTMAR (1996) sowohl auf Industriebrachflächen als auch anderen städtischen Ruderalflächen eine häufige ruderale Gehölz-Gesellschaft.

Auch *Populus tremula* (Zitter-Pappel) produziert Unmengen an flugfähigen Diasporen, im Gegensatz zu *Betula pendula* und *Salix caprea* ist sie jedoch auch in der Lage, sich erfolgreich vegetativ über Wurzeltriebe zur vermehren. Wird eine zuvor vegetationsfreie Brachfläche in der Stadt nicht mehr genutzt und unterliegt diese keiner permanenten Störung, so stellen sich neben verschiedenen krautigen Sippen auch sehr rasch *Betula pendula*, *Salix caprea* und oft auch *Populus tremula* ein. Bleibt eine solche Brachfläche schließlich über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahrzehnten ungestört, so erfolgt nach WITTIG (1991a)

über diverse strauchige Sukzessionsstadien (z. B. *Rubus armeniacus*-Gesellschaft, *Sambucus nigra*-Gesellschaft, *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft) die Entwicklung hin auf einen Vorwald vom Typ des *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch). WITTIG (2002b) stellt heraus, dass diese Gesellschaft auf nährstoffreichen Standorten meist aus mehreren Gehölzsippen aufgebaut ist, wogegen auf nährstoffarmen Standorten wie Bahn- und Industriegeländen oder Deponien des Steinkohlebergbaus häufig *Betula pendula* alleine die Gehölzbestände dominiert. Auch KUNICK (1990) betont, dass *Betula pendula* auf durchlässigen Substraten die vorherrschende Gehölzsippe im urbanen Bereich ist und meist der typische Baum auf Bahnflächen ist. Sie ist ebenso der Pionierbaum auf Gebäudetrümmern, Ruinen oder gar Hausdächern. Im Berliner Raum formt *Betula pendula* zusammen mit *Populus tremula* eindrucksvolle Gebüsch-Bestände auf Bahnschottern (KUNICK 1990). Untersuchungen von Industriebrachflächen aus dem Ruhrgebiet belegen eindrucksvoll die dominante Rolle von *Betula pendula* am Aufbau der dort vorhandenen Industriewälder (GAUSMANN 2006). Auf extrem trockenen und nährstoffarmen Standorten auf Bergematerial ist *Betula pendula* im Ruhrgebiet konkurrenzkräftiger als *Salix caprea* (VOGEL & AUGART 1992). Auch REIDL (1989) betont, dass das *Epilobio-Salicetum* (= *Salicetum capreae*) keine Gesellschaft der Bergehalden ist.

Auf vielen Stadtstandorten sind sowohl *Acer pseudoplatanus* als auch *Acer platanoides* stete Begleiter und nicht selten dominierende Bestandteile im *Salicetum capreae* (WITTIG 2002b). Dies liegt zum einen in dem ebenfalls reichlich vorhandenen Diasporenangebot dieser beiden häufig als Ziergehölze in Städten kultivierten Gehölzsippen (GAUSMANN 2006 u. 2008), zum anderen aber auch darin begründet, dass beide *Acer*-Sippen im Jugendstadium als Stressstrategen sehr stresstolerant und daher in der Lage sind, Extremstandorte wie industrielle Brachflächen zu besiedeln (SACHSE 1989). Im adulten Stadium ändert sich jedoch ihre Strategie, und sie verfolgen dann eine Mischung aus Ruderal- und Konkurrenz-Strategie (SACHSE 1989).

KEIL & LOOS (2004b) stellen die hohe Bedeutung sowohl der indigenen und apophytischen Sippen (*Betula pendula*, *Betula ×aurata*, *Salix caprea*, *Salix alba*, *Salix cinerea*-Hybriden) sowie der ergasiophygophytischen Sippen (*Buddleja davidii*, *Crataegus monogyna*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Paulownia tomentosa*) und anökophytischen Sippen (*Populus maximowiczii*-Hybriden, *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden) heraus, die sich als Pioniergehölze an der Sukzession zur Waldentwicklung speziell auf den Industriebrach-

flächen des Ruhrgebietes beteiligen. Auch BÜSCHER (2003) gibt *Betula pendula*, *Salix caprea*, sowie verschiedene *Salix*-Hybriden (*S.* ×*rubens*, *S.* ×*capreola*, *S.* ×*multinervis*) als die häufigsten Gehölze an, welche an der Vorwaldbildung auf Dortmunder Bergbau- und Schwerindustriebrachen beteiligt sind. Frequent treten auch *Acer pseudoplatanus*, *Populus tremula*, *Populus maximowiczii*-Hybriden und *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden auf. Zudem macht BÜSCHER (2003) auf die beginnende Vorwaldbildung durch *Robinia pseudoacacia* auf Dortmunder Schwermetallbrachen (ehem. Stahlwerk Phoenix in Dortmund-Hörde) aufmerksam, was insofern von Bedeutung ist, als dass die Robinie bislang hauptsächlich auf Bahnböschungen kultiviert wurde und noch keine größeren Expansionstendenzen im östlichen Ruhrgebiet zeigte.

BÜSCHER (2003) verweist zudem auf die häufig ausgeprägte und Gesetzmäßigkeiten aufweisende Mantel- und Saumbildung an den Rändern der Industriewälder des Ruhrgebietes. Insbesondere *Rubus*-Arten, vor allem *Rubus armeniacus*, und gelegentlich auch *Fallopia japonia* bilden Vorwaldmäntel aus. Nicht selten werden diese Mäntel von dichten Schleiergesellschaften aus *Humulus lupulus*, *Clematis vitalba*, *Parthenocissus inserta* oder auch *Calystegia sepium* überzogen (BÜSCHER 203). Daran schließen sich häufig Säume aus *Calamagrostis epigejos* oder *Solidago gigantea* an. Eine solche Vegetationszonierung wird anschaulich von KEIL & al. (2007a) von der Industriebrache "Waldteichgelände" (ehem. Kohlelager) in Oberhausen beschrieben.

Vorwaldstadien auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Häufig bilden sich außer auf industriellen Brachflächen auch entlang der aktiven Flächen der Bahnverkehrsinfrastruktur ruderale Vorwälder, z. B. auf Bahndämmen. Auch diese Vorwaldbestände werden von Pioniergehölzen wie *Betula pendula*, *Salix caprea* und *Populus tremula* dominiert. KUNICK (1990) nennt *Betula pendula* als die typische und kennzeichnende Gehölzsippe spontaner Gebüsche und Vorwälder auf stillgelegten Bahngeländen und entlang von Bahntrassen. Auch SUKOPP & KUNICK (1976) nennen Birkenbestände als typischen Vegetationstyp auf ungenutzten Gleisanlagen im Berliner Raum. Aus dem Ruhrgebiet beschreiben VOGEL & AUGART (1992) einen spontan aufgekommen Birkenwald in Form eines Reinbestandes von *Betula pendula* ohne Beteiligung von *Salix caprea*, was in den trocken-nährstoffarmen Bodenverhältnissen durch Bergematerial, Sand und Kies begründet lag.

Neben diesen sich überwiegend spontan ansiedelnden Pioniergehölzen tritt häufig auch *Robinia pseudoacacia* an Bahnböschungen und auf Bahngeländen auf, jedoch gehen großflächige Bestände meist auf Aufforstungen zurück (vgl. Kap. 8.1.5), nur selten gibt es großflächige spontan entstandene Bestände. Untersuchungen über Gehölzpopulationen an Bahnhöfen und Bahninfrastrukturflächen in zehn Großstädten des Ballungsraumes Rhein-Ruhr (WITTIG 2008) ergab eine Rangfolge von *Buddleja davidii*, *Betula pendula*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra* und *Acer pseudoplatanus* als die häufigsten spontan auftretenden Gehölze auf Bahnflächen. Ausgangssubstrat für die Bodenbildung sind an diesen Standorten meist Gleisschotter aus Basalt oder Kalk sowie Eisenhüttenschlacken.

Abschließend soll in diesem Kapitel auf einige aktuelle Tendenzen in der Vorwaldbildung auf Brachflächen im Ruhrgebiet hingewiesen werden, die von der Dynamik, welcher die Ruderalflora und insbesondere die ruderale Gehölzflora unterliegen, abhängig sind. "Exotische" Gehölzsippen wie beispielsweise *Ailanthus altissima*, *Alnus cordata*, *Catalpa bignonioides*, *Paulownia tomentosa* und *Quercus cerris* scheinen – zumindest im mittleren und östlichen Ruhrgebiet – noch keine große Rolle bei der Vorwaldbildung auf Industriebrachflächen zu spielen, worauf bereits BÜSCHER (2003) hinweist. In jüngster Zeit häufen sich jedoch Fundmeldungen zu Verwilderungen dieser Sippen, welche allmählich kleinere Populationen aufbauen können. Einige dieser Sippen zeigen im Ruhrgebiet Expansions- und Einbürgerungstendenzen, so dass zukünftig mit einer stärkeren Beteiligung dieser ergasiophygophytisch auftretenden Gehölze am Aufbau von Gebüschen und Vorwäldern zu rechnen ist (vgl. GAUSMANN & al. 2007b). Des Weiteren muss zukünftig im Ruhrgebiet auch mit Verwilderungen solcher Gehölzsippen gerechnet werden, die bislang noch nicht oder kaum verwilderten und deren Ursprung meist aus Anpflanzungen in Gärten und Parkanlagen stammt. Nach Überschreitung des "Time-Lag", also des Zeitraumes von der ersten Anpflanzung bis zur ersten spontanen Verwilderung, können solche bislang kaum oder gar nicht verwilderten Sippen plötzlich spontan auftreten. So wurden beispielsweise im Jahr 2010 in Bochum-Ehrenfeld dutzende Sämlinge von *Ginkgo biloba* (Ginkgo, Fächerblattbaum) als spontane Verwilderung in einer Baumscheibe gefunden (JAGEL & BUCH 2011). Ob aus solchen Verwilderungen auch eingebürgerte Vorkommen hervorgehen, und in welcher Vegetation sich diese Gehölze einnischen werden, bleibt zukünftig zu beobachten.

7.4 Vorwald-Gesellschaften auf siedlungsfernen Standorten

Um einen qualitativen floristischen Vergleich der auf anthropogenen Standorten stockenden Industriewälder im Ruhrgebiet vornehmen zu können, wurde ein Vergleich der spontanen Industriewälder auf urban-industriellen Standorten mit Vorwäldern auf natürlichen bis naturnahen, siedlungsfernen Standorten mit einbezogen, um etwaige Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausstellen zu können.

Auf nicht zu nährstoffarmen Böden siedeln sich auf Waldschlägen oder durch Zusammenbruch geprägten Waldbeständen, selten reicheren Ausbildungen des *Luzulo-Fagetum* (Hainsimsen-Buchenwald), meist ärmeren Ausbildungen des *Galio odorati-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwaldes) und des *Stellario-Carpinetum* (Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes), Vorwaldgebüsche des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* (Traubenholunder-Lichtungsgebüsche) an (WEBER 1999). Diese bilden ein Bindeglied innerhalb einer Sukzessionsreihe von krautigen Schlagfluren der Klasse *Epilobietea angustifolii* (Schlagfluren) hin zu Hochwäldern bzw. der Klimaxgesellschaft auf den entsprechenden Standorten (WEBER 1999) (vgl. Kap. 6.7.2). Die zu diesem Verband zugehörige Gesellschaft des *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch) wurde bereits von SCHREIER (1955) auch außerhalb natürlicher bzw. naturnaher Standorte auf Trümmerschuttflächen zerstörter Großstädte beschrieben, wo durch Mörtel und Putz kalkreiche Rohböden vorherrschten (WEBER 1999). Interessanterweise fand also die Originaldiagnose des *Salicetum capreae* (= *Epilobio-Salicetum*) zuerst im besiedelten Bereich statt als an den siedlungsfernen Wuchsorten der Gesellschaft (SCHREIER 1955). Nach GÖDDE (1986) ist diese Gesellschaft auch heute noch in Großstädten weit verbreitet, so z. B. in Essen, Münster und Düsseldorf. Die Gesellschaft besiedelt also neben siedlungsfernen auch naturferne urban-industrielle Standorte wie Kiesgruben, Steinbrüche, Halden und Brachflächen (WEBER 1999).

Nach PREISING & al. (2003) zeichnet sich der Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae*, in welchem der überwiegende Teil der Vorwald-Gesellschaften und auch das *Salicetum capreae* zusammengefasst werden (s. Abb. 4), auf naturnahen Standorten wie Waldlichtungen durch das Vorherrschen von Sträuchern aus. In diesen natürlichen bzw. naturnahen Traubenholunder-Lichtungsgebüschen dominieren nach PREISING & al. (2003) *Rubus ideaus* (Himbeere), *Rubus* div. spec. (Brombeer-Arten) sowie *Sambucus racemosa* (Traubenholunder). Dagegen kommen *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder) und *Salix caprea* (Sal-Weide) nur vereinzelt vor. Die zu diesem Verband zugehörigen Gesellschaften werden haupt-

sächlich aus schnellwüchsigen Gehölzen mit viel Mark aufgebaut und lösen die krautigen Schlagfluren (*Epilobietea angustifolii*, vor allem Verband *Atropion*) ab. Sie selbst werden in der Naturlandschaft später von nachwachsendem Hochwald abgebaut (PREISING & al. 2003). Auch WILMANNS (1998) stellt heraus, dass die staudenreichen Schlagfluren der *Epilobietea angustifolii* zunächst von Scheinsträuchern der Gattung *Rubus* und später von lichtliebenden Pioniergehölzen wie *Salix caprea*, *Populus tremula* und *Betula pendula*, teilweise auch von *Sambucus nigra* und *Sambucus racemosa* zurückgedrängt werden. Ein hoher Anteil an verschiedenen *Rubus*-Sippen ist einer bestimmten Phase der Sukzession also als typisch anzusehen. Besiedelt werden von diesem Verband überwiegend nährstoffreiche Böden (WILMANNS 1998). Nach WEBER (1999) ist das *Salicetum capreae* ein sich rasch entwickelndes, lockeres Vorwaldgebüsch, welches im Wesentlichen von *Salix caprea*, *Populus tremula* und *Betula pendula* gebildet wird, wobei eine dieser Arten oft vorherrschen kann. In der Krautschicht herrscht oftmals *Epilobium angustifolium* (Schmalblättriges Weidenröschen) vor. WEBER (1999) stellt heraus, dass die wichtigsten Gehölze, nämlich *Salix caprea*, *Populus tremula* und *Betula pendula*, durchweg anemochor sind und mit ihren Diasporen dadurch größere Strecken problemlos überwinden können, um geeignete Rohboden-Standorte zu besiedeln. Das *Salicetum capreae* ist nach WEBER (1999) häufig und wohl zumindest in Mitteleuropa überall verbreitet, so z. B. in Österreich und Tschechien.

7.4.1 Syntaxonomie des *Salicetum capreae*

Nach WILMANNS (1998: S. 272) ist die syntaxonomische Zuordnung der Vorwald-Gesellschaften schwierig, gibt es doch auf dem Weg zum eigentlichen Wald "*eine bunte Mischung von Lebensformen und Altersstufen*", in der Gehölze des Vor- wie des Endwaldes von Beginn an eingesprengt sein können. Diese Problematik spiegelt sich in den bislang vorgenommen Versuchen, solche Vorwälder pflanzensoziologisch zu klassifizieren, wieder, so dass die Vorwälder von verschiedenen Autoren in unterschiedliche Syntaxa – und hier sogar in unterschiedliche Klassen – gestellt werden. Nach WILMANNS (1998) gehören diese Vorwälder in die Klasse *Epilobietea angustifolii* (Schlagfluren), WEBER (1999) stellt sie in die Klasse *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche), wogegen sie SCHUBERT (2001) der Klasse *Urtico-Sambucetea* (Nitrophile sommergrüne Laubgebüsche) zuordnet.

Die häufigste Vorwald-Gesellschaft auf nährstoffreicheren Standorten ist in Mitteleuropa das *Salicetum capreae* (Salweiden-Weidenröschen-Gebüsch). In der Literatur überwiegt das

Syntaxon *Epilobio-Salicetum* OBERD. 1957, obwohl die Assoziation bereits von SCHREIER (1955) gültig als *Salicetum capreae* SCHREIER 1955 beschrieben worden ist. Es gilt also das nach dem Internationalen Code der Pflanzensoziologischen Nomenklatur (ICPN) gültige Prioritätsprinzip, d. h. der älteste beschriebene Name hat Gültigkeit (BARKMAN & al. 1986). Der Name *Epilobio-Salicetum* stellt somit ein Nomen Illegetimum dar. Auf nährstoffärmeren und trockenen bis frischen Standorten im Bereich der Restflächen des ostdeutschen Braunkohletagebaus wurde von KLEINKNECHT (2001 u. 2002) das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* (Birken-Zitterpappel-Vorwald) beschrieben, welches ebenfalls wie das *Salicetum capreae* dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* zugeordnet wurde.

Da in den meisten ruderalen Gehölzbeständen nitrophile Sippen in der Krautschicht dominieren, vertraten MUCINA & al. (1993) die Ansicht, dass sich die Klassifikation solcher Bestände eher an der spontan entwickelten Krautschicht als an den Gehölzen orientieren sollte. Daher stellte er die spontan entwickelten ruderalen Gehölzbestände zur Ordnung *Glechometalia* und ordnete sie der Klasse *Galio-Urticetea* (Nitrophile Säume) zu. Da jedoch die Gehölze – sowohl Sträucher als auch Bäume – in Gebüsch- und Vorwald-Gesellschaften die dominierenden Bestandteile sind, welche die Ausbildung aller anderen Schichten entscheidend beeinflussen, erscheint eine solche Einteilung als wenig nachvollziehbar. Es wird ersichtlich, dass die syntaxonomische Zuordnung siedlungsferner als auch urbaner Vorwald-Bestände vom Typ des *Salicetum capreae* (SCHREIER 1955) und des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* auf Klassenebene in der Literatur bislang sehr unterschiedlich vorgenommen wurde.

Der allzu unbedachte Umgang mit den beiden fest definierten Begriffen "Wald" und "Gebüsch" führt in der Diskussion zur Einordnung der Vorwälder zu weiteren Missverständnissen. PREISING & al. (2003) sprechen gar von "Vorwaldgebüschen", was die Situation bezüglich der formationsbezogenen Zuordnung solcher Gehölzbestände nicht einfacher macht. Verursacht wird diese Problematik dadurch, dass die Vorwälder oftmals in Struktur und Physiognomie, die lokal eher lichten Hainen ähneln können (WEISS & SCHÜTZ 1997), einen "waldähnlichen" Charakter aufweisen (KEIL & al. 2007b) und durch fließende Übergänge in der Bestandeshöhe bzw. Wuchshöhe der am Aufbau beteiligten Holzgewächse miteinander verbunden sind damit eine Zuordnung zu einer bestimmten Pflanzenformation erschweren. SCHUBERT (2001) gibt wie WEBER (1999) als stete und oft Struktur bildende Gehölzarten des *Salicetum capreae* neben *Salix caprea* sowohl *Betula pendula* als auch

Populus tremula an. Dabei betont SCHUBERT (2001), dass in der Krautschicht neben Waldsippen auch Arten der Wiesen und ausdauernden Ruderalgesellschaften vorkommen, also das Sippenspektrum im *Salicetum capreae* von sehr heterogener Zusammensetzung unterschiedlichster soziologischer Einheiten ist. Das *Salicetum capreae* zeichnet sich durch die Charakterarten *Salix caprea* und *Epilobium angustifolium* sowie durch die Begleiter *Betula pendula* und *Populus tremula* aus. Die Gesellschaft findet sich vor allem auf Kahlschlägen, auf Brachen, auf Erdaufschüttungen, an Wegböschungen und auf Trümmerschutt. RUNGE (1994) stellt den wenig einheitlichen Charakter dieser Gesellschaft heraus. BRANDES & GRIESE (1991) ordneten das *Epilobio-Salicetum capreae* (Salweiden-Gebüsch) dem Verband *Sambuco-Salicion* (Vorwald-Gesellschaften) zu und beschreiben eine charakteristische Artenkombination dieser Assoziation aus *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Epilobium angustifolium* und *Tussilago farfara*, verweisen aber ebenso wie RUNGE (1994) auf den insgesamt wenig homogenen Charakter dieser Gesellschaft. In Abbildung 8 ist zur Übersicht die syntaxonomische Einordnung des *Salicetum capreae* nach WEBER (1999) dargestellt, wie sie vom Verfasser der vorliegenden Arbeit verwendet wird.

Klasse:	***Rhamno-Prunetea*** GODAY & CARBONELL ex TÜXEN 1962 (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche)
Ordnung:	***Sambucetalia racemosae*** OBERDORFER ex PASSARGE 1963 (Traubenholunder-Gebüsche und Vorwälder)
Verband:	***Sambuco racemosae-Salicion capreae*** TÜXEN & NEUMANN ex OBERDORFER 1957 (Traubenholunder-Lichtungs-Gebüsche und Vorwälder)
Assoziation:	***Salicetum capreae*** SCHREIER 1955 = *Epilobio-Salicetum capreae* OBERDORFER 1957 (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch)

Abb. 8: Syntaxonomische Stellung des *Salicetum capreae* (nach WEBER 1999)

7.4.2 Ökologie des *Salicetum capreae*

Nach WILMANNS (1998) treten auf offenen Flächen im Wald, die durch Windwurf oder bestandsweisen Zusammenbruch freigesetzt wurden, also eine sekundäre progressive Sukzession nach HOFMANN (1985) durchlaufen, zunächst lichtliebende Pioniergehölze wie *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula* sowie *Sambucus*-Arten auf. Dabei spielt das

Nährstoffangebot der neu zu besiedelnden Flächen eine wesentliche Rolle. Auf nährstoffreicheren Böden tritt vor allem *Salix caprea* in Erscheinung (WILMANNS 1998). Dort ist zwar auch *Betula pendula* in der Lage, Vorwälder auszubilden, häufiger nimmt *Betula pendula* aber die Rolle des Protagonisten auf sauren und armen Böden ein, wo sie gegenüber *Salix caprea* konkurrenzfähiger ist. Nach BRANDES & GRIESE (1991) wächst das *Salicetum capreae* auf den Sohlen aufgelassener Steinbrüche, in Hausruinen sowie auf ungenutztem Bahnhofs- und Industriegelände. SCHULTE & al. (1989) beschreiben das regelmäßige Vorkommen des *Salicetum capreae* im Raum Bonn-Bad Godesberg auf Brachen und sogar Gebäuden (Mauerwerk, Dächer), welche mehrere Jahre ungestört blieben. Als bevorzugte Standorte der Gesellschaft werden sowohl Bauschutt-Substrate (Ziegelstein-Mörtelschuttböden) als auch ehemalige Garten-, Grabeland- und Ackerböden besiedelt. Das *Salicetum capreae* ist nach SCHUBERT (2001) auf Rohböden unterschiedlicher Trophie vom Flachland bis ins Bergland verbreitet. Die Gesellschaft kommt auf Waldschlägen, aber auch auf Abgrabungsflächen, Trümmern, Ruinen, Deponien, Eisenbahngeländen und städtischen Brachflächen vor (vgl. Kap. 6.7). In Niedersachsen besiedeln derartige Vorwald-Gesellschaften in erster Linie basenreiche Böden des Berg- und Hügellandes (PREISING & al. 2003). GLEICH & al. (1997) geben für Nordbayern an, dass das *Salicetum capreae* an natürlichen und naturnahen Standorten sandig-steinige Böden, auch Rohböden, auf frischen Standorten besiedelt.

8. Ergebnisse

8.1 Pflanzensoziologische Zuordnung der untersuchten Industriewälder

Anhand von 316 Vegetationsaufnahmen in spontan aufgewachsenen Industriewald-Beständen und durch 20 Vegetationsaufnahmen in künstlich begründeten Robinienforsten konnte eine Ausdifferenzierung der Industriewälder des Ruhrgebietes in zwei Assoziationen, sechs ranglose Gesellschaften und zwei nicht präzise klassifizierbare Mischbestände von *Robinia pseudoacacia* mit anderen großwüchsigen Laubbäumen vorgenommen werden (vgl. Kap. 8.1.1 bis 8.1.8 sowie Anhang VII bis X). Im Rahmen der Sortierung des Aufnahmematerials richtet sich die Zuordnung der Klassen- bis Assoziationscharakterarten nach OBERDORFER (1978), POTT (1995), WILMANNS (1998) sowie SCHUBERT (2001)

Das überwiegend heterogene Aufnahmematerial der Vorwälder wurde, um eine bessere Übersichtlichkeit der Vegetationstabellen zu gewährleisten, komprimiert, indem Sippen mit geringer Stetigkeit, die nur in einer oder zwei Spalten auftraten, separat in einem Ergänzungs-

teil dargestellt wurden. Ausnahmen wurden lediglich bei solchen Sippen zugelassen, welchen bezüglich der zukünftigen Waldentwicklung ein besonderer diagnostischer Wert zukommt.Im Gegensatz zu numerischen Verfahren ist die pflanzensoziologische Tabellenarbeit mit dem durchaus berechtigten Vorwurf belegt, nicht objektiv und nicht eindeutig von Außenstehenden nachvollziehbar bzw. wiederholbar zu sein. Sie beruht weitestgehend auf subjektiven und induktiven Entscheidungen, besitzt jedoch auch heute noch einen hohen Anwendungsbezug gerade in Hinsicht für die Beschreibung von Vegetations- und Biotoptypen. Eine gewisse Subjektivität muss jedoch in Kauf genommen werden, da sich die floristisch-soziologische Methode für die Beschreibung von Pflanzengesellschaften bewährt hat.

WEBER (1999) führt an, dass sich die urban-industriellen Vorwälder wegen des Fehlens wichtiger kennzeichnender Sippen keiner der bislang beschriebenen Klassen zugeordnet werden dürfen. Die vegetationskundlichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen jedoch zumindest für einen Teil der Vegetationsaufnahmen eine Zuordnung zu bereits beschriebenen Gesellschaften auch auf Ebene der Assoziation zu (vgl. Kap. 8.1.1 u. 8.1.4).

8.1.1 *Salicetum capreae*

Das *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch) stellt vermutlich die häufigste Vorwald-Gesellschaft auf Industriebrachen im Ruhrgebiet dar. Sie wurde bereits mehrfach von Industrie- und Bahnbrachflächen im Ruhrgebiet beschrieben, so z. B. von REIDL (1989) und KALVERAM (1992). Auch REBELE & DETTMAR (1996) stellen das *Epilobio-Salicetum* (= *Salicetum capreae*; vgl. Kap.6.7.1) als eine häufige Gesellschaft auf Industrieflächen des Ruhrgebietes heraus, bemerken aber auch, dass diese Gesellschaft auch von städtischen, nichtindustriell genutzten Ruderalflächen bekannt ist. So konnte das Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch anhand von 27 Aufnahmen durch GÖDDE (1986) in den nordwestdeutschen Städten Düsseldorf, Essen und Münster von urbanen Brachflächen nachgewiesen werden. Nach GÖDDE (1986) sind bestimmende Arten dieser Gesellschaft *Salix caprea* und *Betula pendula*, wobei beide Arten meistens gemeinsam anzutreffen sind. REIDL (1989) betont, dass diese meist von *Salix caprea* und *Betula pendula* dominierten Bestände teilweise das Ergebnis einer seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges kaum beeinflussten spontanen Vegetationsentwicklung darstellen und daher häufig überaltert sind. In den Untersuchungen von REIDL (1989) ergab sich aus dem Aufnahmematerial ein recht inhomogenes Bild, welches zum einen das Resultat der standörtlichen Unterschiede sowie zum anderen der unterschiedlich langen

Entwicklung der Bestände war. Auch DETTMAR (1992a) weist auf die große floristische Heterogenität der industriellen Vorwälder als Ergebnis der sehr unterschiedlichen Substratbedingungen der industriell geprägten Standorte hin.

Dabei stellt REIDL (1989) ausdrücklich heraus, dass das Salweiden-Weidenröschen-Gebüsch keine Gesellschaft der Bergematerial-Böden darstellt, sondern diese vorzugsweise von Birken-Vorwald-Gesellschaften besiedelt werden. Nach OBERDORFER (1983b) verbinden sich im *Epilobio-Salicetum* mit *Salix caprea* gerne auch *Betula pendula* und *Populus tremula*, welche im Gegensatz zur Salweide in der Lage sind, auch alleine trockene, saure und nährstoffarme Böden zu besiedeln. Auch SCHUBERT (2001) führt *Betula pendula* und *Populus tremula* als stete und Struktur bestimmende Arten im *Salicetum capreae* an (vgl. Kap. 6.7.1). GÖDDE (1986) beschreibt, dass es im *Epilobio-Salicetum* gelegentlich zur Faziesbildung kommt, in den von ihm untersuchten Städten Düsseldorf, Essen und Münster namentlich von *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescens* und *Salix viminalis*. Dabei kam GÖDDE (1986) zu dem Ergebnis, dass bei Erlangung einer Dominanz von *Acer pseudoplatanus* im *Epilobio-Salicetum* der Abbau dieser Gesellschaft durch ein Vorwaldstadium in Form der *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft eingeleitet wird.

Das *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch) stellt die häufigste auf den Industriebrachflächen nachgewiesene Vorwald-Gesellschaft dar, was durch die vegetationskundlichen Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit eindeutig belegt werden konnte (vgl. Anhang IX). Von insgesamt 316 Vegetationsaufnahmen konnten 124 Aufnahmen anhand der charakteristischen Artenverbindung des *Salicetum capreae* mit den diagnostisch wichtigen Charakterarten *Salix caprea* und *Epilobium angustifolium* dieser Gesellschaft zugeordnet werden (vgl. Anhang IX), wobei nur solche Aufnahmen, in denen beide Arten gemeinsam vorkamen, als *Salicetum capreae* ausdifferenziert wurden. Die Gesellschaft konnte dabei von 36 der 48, also drei Viertel aller untersuchten Industriebrachflächen, nachgewiesen werden. Dabei besiedelt das *Salicetum capreae* alle untersuchten Brachflächentypen mit den jeweiligen industriezweigspezifischen, vormaligen Flächennutzungen wie Bahn-, Stahlwerks-, Zechen- und Kokereibrachen. Das *Salicetum capreae* weist auf den Industriebrachflächen des Ruhrgebietes eine weite ökologische Amplitude auf und besiedelt Standorte mit sehr unterschiedlichen Ausgangssubstraten und einer weiten Spannbreite des pH-Wertes (vgl. Anhang IX).

Durch Vegetationsaufnahmen eindeutig belegt werden konnte das *Salicetum capreae* sowohl von Brachflächen der Stahl verarbeitenden Industrie (Landschaftspark Duisburg-Nord, Westpark), Brachen der Bahninfrastruktur (Sammelbahnhof Frintrop, Güterbahnhof Weitmar und Dortmund-Ost), Zechen- und Kokereibrachen (unter anderem Zeche Zollverein XII, Kokerei Zollverein, Kokerei Hassel, Zeche und Kokerei Graf Schwerin, Zeche und Kokerei Fürst Hardenberg, Zeche und Kokerei Emscher-Lippe) sowie von Brachen der Kohlelogistik (VEBA Kohlesammellager Herten, Kohleverladehafen Zeche Minister Achenbach). Bezüglich des Aufnahmematerials ergab sich wie in den Untersuchungen von REIDL (1989) ebenfalls ein recht heterogenes Bild (vgl. Anhang IX). Um die Vegetationstabelle übersichtlich zu halten und eine Überschaubarkeit zu gewährleisten, wurden Sippen, die nur in einer oder zwei Spalten vorkamen, aus der Tabelle herausgenommen und als Ergänzung separat dargestellt (vgl. Kap. 8.1 u. Anhang VI). SCHUBERT (2001) gibt *Betula pendula* und *Populus tremula* als stete und Struktur bestimmende Arten des *Salicetum capreae* an. Somit können sie – in Anlehnung an das Prinzip der Verschachtelung – auch als typische Arten des Verbandes *Sambuco-Salicion* gelten. OBERDORFER (1978) führt des Weiteren auch *Sambucus nigra* sowie *Sorbus aucuparia* als Verbandscharakterarten des *Sambuco-Salicion* an, POTT (1995) und WILMANNS (1998) geben ferner *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus*, *Clematis vitalba*, *Rhamnus cathartica*, *Rubus rudis* und andere Rubi als Klassencharakterarten der *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche) an. Zu den weiteren *Rubus*-Sippen, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in dieser Klasse haben und als gesellschaftstreu für diese Klasse angesehen werden können, gehören unter anderem *R. elegantispinosus*, *R. macrophyllus* und *Rubus vestitus*. Die Aufnahmen des *Salicetum capreae* von urban-industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet sind durch eine Verarmung an diagnostisch wichtigen Arten, vor allem Ordnungscharakterarten wie *Sambucus racemosa* und *Rubus idaeus* (jeweils Stetigkeitsklasse I), in Strauch- und Krautschicht gekennzeichnet (vgl. Anhang IX).

Betula pendula erreicht im *Salicetum capreae* auf den untersuchten Industriebrachen mit Ausnahme der Krautschicht in allen Vegetationsschichten eine höhere Stetigkeit als *Salix caprea* selbst (vgl. Anhang IX). Neben *Salix caprea* und *Betula pendula* sind nur wenige weitere großwüchsige Laubgehölze in erster und zweiter Baumschicht am Aufbau des *Salicetum capreae* beteiligt. Lediglich *Acer pseudoplatanus*, *Populus tremula* und *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden erreichen in einigen Aufnahmen eine größere Artmächtigkeit. Während *Acer pseudoplatanus* in der ersten und zweiten Baumschicht noch jeweils mit

geringen Stetigkeiten (Stetigkeitsklasse I) vertreten ist, weist die Sippe in der Strauch- und Krautschicht bereits höhere Stetigkeiten (Stetigkeitsklasse III) auf. Insgesamt erreichen *Querco-Fagetea*-Arten wie *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre* und *A. pseudoplatanus* in der Krautschicht des *Salicetum capreae* bereits höhere Stetigkeiten als *Rhamno-Prunetea*-Arten. Innerhalb der *Rhamno-Prunetea*-Arten erreichen im *Salicetum capreae* in der Strauchschicht *Cornus sanguinea* (Stetigkeitsklasse IV), *Crataegus monogyna* s.l. (III), *Sorbus aucuparia* (III), *Cornus sericea* (II), *Corylus avellana* (II), *Lonicera xylosteum* (II), *Rosa canina* s.l. (II), *Rubus armeniacus* (II), *Sambucus nigra* (II) und in der Krautschicht *Crataegus monogyna* s.l. (Stetigkeitsklasse IV), *Cornus sanguinea* (III), *Rosa canina* s.l. (III), *Rubus elegantispinosus* (III), *Sorbus aucuparia* (III), *Corylus avellana* (II), *Ribes rubrum* (II), *Rubus armeniacus* (II) und *R. camptostachys* (II) die höchsten Stetigkeiten.

Besonders hervorzuheben ist die Häufigkeit von *Quercus robur* im *Salicetum capreae*. Die Stiel-Eiche kommt bereits mit hohen Stetigkeiten sowohl in der Strauch- als auch in der Krautschicht (Stetigkeitsklasse III und V) im Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch auf den untersuchten Industriebrachflächen vor, wenn auch zumeist nur mit geringen Artmächtigkeiten. Damit wird bereits der Übergang zum Birken-Eichenwald in einem Großteil der Bestände angedeutet. Ebenso hervorzuheben ist die in der Krautschicht des *Salicetum capreae* reichlich vorhandene Verjüngung mit Gehölzen der *Querco-Fagetea* wie *Fraxinus excelsior* (Stetigkeitsklasse IV), *Acer campestre* (III), *Acer platanoides* (II), *Carpinus betulus* (II), *Prunus avium* (II), *P. serotina* (II) und *Quercus rubra* (II). Von den krautigen *Querco-Fagetea*-Arten traten die euryöken Arten *Dryopteris filix-mas*, *Epipactis helleborine* (II) und *Poa nemoralis* (jeweils Stetigkeitsklasse II) am häufigsten im *Salicetum capreae* auf (vgl. Anhang IX). Abbildung 9 zeigt einen im Zusammenbruch befindlichen, ungefähr 45 Jahre alten Bestand des *Salicetum capreae* auf Bauschutt der ehemaligen Zeche Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck), der einen Farnreichtum mit reichlich *Dryopteris filix-mas* in der Krautschicht aufwies.



Abb. 9: Auf Bauschutt stockendes *Salicetum capreae* auf der Industriebrache Zeche Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck)

Die Bestände des *Salicetum capreae* sind von großer floristischer Heterogenität gekennzeichnet, was sich darin äußert, dass nur wenige Sippen hohe Stetigkeiten erreichen. Überwiegend Sippen der *Rhamno-Prunetea* und *Querco-Fagetea* erreichen die Stetigkeitsklasse IV bis V. Innerhalb der Aufnahmen des *Salicetum capreae*, welches von den untersuchten Industriebrachflächen beschrieben wird, war eine Ausdifferenzierung von verschiedenen Varianten, die sich aus dem Vorherrschen von dominanten Sippen ergaben, möglich. Dabei wurden überwiegend Varianten von Gehölzsippen unterschieden, nur wenige krautige Sippen traten in einer Vielzahl von Aufnahmen mit solch hohen Artmächtigkeiten auf, dass eine Abgrenzung von Varianten möglich war. Dies war lediglich bei den ruderalen krautigen Sippen *Calamagrostis epigejos* sowie *Urtica dioica* var. *dioica* möglich (vgl. Anhang IX). Einige weitere Sippen wie *Poa trivialis*, *Solidago gigantea* und die Grünlandsippe *Agrostis capillaris* erreichen in einigen wenigen Aufnahmen ebenfalls hohe Artmächtigkeiten. Hervorzuheben ist die Häufigkeit des ruderalen, anspruchslosen Mooses *Brachythecium rutabulum*. Die Sippe trat mit Stetigkeitsklasse V im *Salicetum capreae* und teilweise mit hoher Artmächtigkeit auf (vgl. Anhang IX). In der Strauchschicht treten im *Salicetum capreae* häufig *Cornus sanguinea*, *C. sericea* oder auch beide Sippen gemeinsam Bestands bildend mit größeren Artmächtigkeiten auf (vgl. Anhang IX).

Durch die Dominanz bzw. das Vorherrschen von Gehölzsippen wie *Acer pseudoplatanus*, *Populus tremula*, *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden, *Crataegus monogyna* s.l., *Cornus sanguinea*, *C. sericea* und *Sambucus nigra* war eine Ausdifferenzierung von mehreren Varianten im *Salicetum capreae* möglich (vgl. Anhang IX). Eine strauchreiche Variante mit *Crataegus monogyna* s.l., *Cornus sanguinea*, *C. sericea* und *Sambucus nigra* war im *Salicetum capreae* auffällig (vgl. Anhang IX). Ebenso konnte durch die Häufung von bestimmten *Rubus*-Sippen, die auffällig gemeinsam vergesellschaftet in den Beständen auftraten, eine Einteilung in zwei *Rubus*-Blöcke innerhalb des Aufnahmematerials vorgenommen werden. Der erste dieser *Rubus*-Blöcke umfasst dabei Rubi wie *R. elegantispinosus*, *R. gratus*, *R. macrophyllus*, *R. corylifolius* agg., *R. idaeus* und *R. adspersus*. Der zweite *Rubus*-Block setzt sich aus den Sippen *R. vestitus*, *R. pyramidalis*, *R. camptostachys*, *R. adornatoides* und der nichteinheimischen Sippe *R. armeniacus* zusammen (vgl. Anhang IX). Die Einteilung eines Teils des Aufnahmematerials in diese zwei Rubus-Blöcke ist das Ergebnis des omnipräsenten Auftretens von verschiedenen Rubi im Salweiden-Weidenröschen-Gebüsch auf urban-industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet und auf Grund der Abundanz und Dominanz vor allem von Sippen wie *Rubus elegantispinosus* und *R. armeniacus* gerechtfertigt.

8.1.2 *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft

Alle Industriewaldbestände, die durch die Dominanz von *Betula pendula* und *Salix caprea* in der ersten und zweiten Baumschicht sowie das Fehlen der für eine eindeutige Zuordnung zum *Salicetum capreae* diagnostisch wichtigen Assoziationscharakterart *Epilobium angustifolium* gekennzeichnet waren, wurden zu einer ranglosen Gesellschaft in Form der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft zusammengefasst (vgl. Anhang X). Ein Großteil des Aufnahmematerials spontaner Industriewälder, nämlich insgesamt 100 von 316 Vegetationsaufnahmen, konnten dieser Gesellschaft zugeordnet werden. Sie ist durch Koexistenz der anemochoren Pionierbaumarten *Betula pendula* und *Salix caprea* gekennzeichnet, die hier in diesem Falle in einer charakteristischen Artenverbindung zusammentreten.

Auf Grund des Fehlens von *Epilobium angustifolium* im Arteninventar handelt es sich folglich um eine *Salicetum capreae*-Fragmentgesellschaft, welche durch eine Verarmung einer Charakterart gegenüber der gut ausgebildeten Assoziation gekennzeichnet ist (vgl. Kap. 8.1.1 u. 8.1.3). Neben dem Fehlen der Assoziationscharakterart *Epilobium angustifolium* ist die *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft des Weiteren durch eine Verarmung von Ordnungs-

charakterarten der *Sambucetalia racemosae* wie *Rubus idaeus* und *Sambucus racemosa* (Stetigkeitsklasse I) gekennzeichnet (vgl. Anhang X). Nach OBERDORFER (1978) zählen sowohl *Sambucus nigra* als auch *Sorbus aucuparia* zu den Charakterarten des Verbandes *Sambuco-Salicion*. Diese kamen mit den Stetigkeitsklassen I-III in den Aufnahmen häufiger vor als die Ordnungscharakterarten (vgl. Anhang X). SCHUBERT (2001) führt auch *Populus tremula* als stete und Struktur bildende Art des *Salicetum capreae* an. Daher wurde auch *Populus tremula* als charakteristische *Sambuco-Salicion*-Art eingestuft. In der Baumschicht dominieren in der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft Arten des Verbandes *Sambuco-Salicion* wie *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Betula ×aurata* und *Populus tremula* (vgl. Anhang X). Arten der *Rhamno-Prunetea* wie *Crataegus monogyna* s.l., *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum* und *Ligustrum vulgare* (Stetigkeitsklassen II-III) und der *Querco-Fagetea* wie *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *P. serotina*, *Poa nemoralis*, *Dryopteris filix-mas*, *Epipactis helleborine* (Stetigkeitsklassen II-IV) und andere sind in der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft in Strauch- und Krautschicht reichlich vorhanden. Das Auftreten der genannten großwüchsigen Laubbäume der *Querco-Fagetea* deutet den zukünftigen Abbau der Gesellschaft an.

Insbesondere die Häufigkeit von *Quercus robur* in der Krautschicht ist aus syndynamischen Aspekten von Bedeutung, da sie eine mögliche Weiterentwicklung eines Teiles der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft in Richtung eines *Betulo-Quercetum* andeutet. Die Moosschicht der Bestände wird zumeist von der Stickstoff liebenden Art *Brachythecium rutabulum* dominiert, die mit Stetigkeitsklasse V in der Vegetationstabelle auftritt (vgl. Anhang X). Des Weiteren zeichnet sich das Artenspektrum der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft durch krautige, zumeist ruderale Standorte besiedelnde Arten aus den Klassen *Chenopodietea*, *Galio-Urticetea*, *Epilobietea*, *Artemisietea*, *Agrostietea stoloniferae* sowie der *Agropyretea intermedii-repentis* aus. Auch Arten der *Molinio-Arrhenatheretea*, zumeist Gramineen wie *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* und *Agrostis capillaris*, treten in der Gesellschaft mit zum Teil größeren Artmächtigkeiten, jedoch geringer Stetigkeit (Stetigkeitsklassen I-II) auf. Auffallend in den Aufnahmen der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft ist das weitgehende Fehlen von anökophytischen Pappeln wie den *Populus maximowiczii*-Hybriden und den *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden (vgl. Anhang X). Möglicherweise ist es für diese neogenen Sippen schwer, in bereits etablierte Bestände von *Betula pendula* und *Salix caprea* einzudringen, so dass ihr Vorkommen auf den Industrie-

brachflächen im Ruhrgebiet auf die Anfangsstadien der Gehölzsukzession und die jungen, wenige Jahrzehnte alten Pionierwälder beschränkt ist. Durch Sortierung des Aufnahmematerials konnte bei Dominanz von Arten verschiedene Varianten der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft ausdifferenziert werden. So ließen sich Varianten von *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus sanguinea*, *C. sericea*, *Rubus armeniacus*, *R. elegantispinosus*, *R. fruticosus* agg., *R. pyramidalis*, *Urtica dioica* und *Calamagrostis epigejos* gegeneinander abgrenzen. Gehölze wie *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra*, *Rubus macrophyllus*, *R. adornatoides* und *Buddleja davidii* sowie die krautigen Arten *Pteridium aquilinum*, *Solidago gigantea*, *Glechoma hederacea*, *Lamium argentatum*, *Agrostis capillaris*, *Deschampsia cespitosa*, *Carex hirta* und *Rhytidiadelphus squarrosus* treten in der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft in einzelnen Vegetationsaufnahmen Bestands bildend auf und erreichen höhere Artmächtigkeiten von 3 bis 4 (vgl. Anhang X). Die *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft zeigt auf den Industriebrachflächen eine weite ökologische und standörtliche Amplitude. So trat sie auf unterschiedlichsten Ausgangssubstraten wie Berge, Eisenhüttenschlacken, Bauschutt, Basalt- und Kalksteinschottern, Kokereiablagerungen und seltenen Substrattypen wie Pech und Granulat auf (vgl. Anhang X). Die gemessenen pH-Werte der Standorte lagen im sauren bis intermediären Bereich (pH 4 bis 7).

8.1.3 *Betula pendula*-Gesellschaft, inkl. magere Ausprägung

KOWARIK (1995a) verweist auf den Umstand, dass in eher atlantisch getönten Gebieten wie dem Ruhrgebiet *Betula pendula* mit Abstand die dominierende Gehölzart auf urban-industriellen Brachen und auf Bergehalden ist (vgl. Kap. 7.1). Auch REIDL (1989), HURTIENNE (1990), DETTMAR (1992a) und GAUSMANN (2006) stellen die große Bedeutung von *Betula pendula* für die primäre Sukzession auf Brachflächen im Ruhrgebiet heraus. Die *Betula pendula*-Gesellschaft besiedelt nach REIDL (1989) in erster Linie Bergematerial, kommt daneben aber auch auf (mäßig) trockenen Standorten der Stahlindustriebrachen sowie Verkehrsflächen vor. DETTMAR (1992a) stellt in diesem Zusammenhang die Bedeutung der reinen Birkenbestände, die auf Flächen der chemischen Industrie sowie des Bergbaus mit Bergematerial im Ruhrgebiet weit verbreitet sind, heraus. REIDL (1989) trennt eine *Betula pendula*-Vorwald-Gesellschaft vom *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch) ab, auch wenn bereits *Sambucus nigra* und *Salix caprea* in geringen Anteilen vorhanden sind. Die Sal-Weide tritt auf nährstoffärmeren, extremeren Standorten wie auf durch Bergematerial

geprägte Brachflächen gegenüber der konkurrenzstarken Hänge-Birke deutlich zurück (REIDL 1989) (vgl. Kap. 7.3.5).

Die *Betula pendula*-Gesellschaft konnte im Ruhrgebiet im Stadtgebiet von Essen durch Untersuchungen von KALVERAM (1992) von einer Industriebrache der Stahl verarbeitenden Industrie (ehemalige Aluminiumhütte der Leichtmetallgesellschaft) sowie von REIDL (1989) von der gleichen Brachfläche sowie der Brache des ehemaligen Krupp-Geländes, ebenfalls in Essen, nachgewiesen werden. Auffällig war in den Untersuchungen von KALVERAM (1992) die hohe Artmächtigkeit von *Poa palustris*, womit diese untersuchten Vorwaldbestände dem jungen, grasreichen Vorwaldstadium zugeordnet werden können (vgl. Kap. 8.6.7).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden Dominanzbestände von *Betula pendula* zu einer ranglosen *Betula pendula*-Gesellschaft zusammengefasst, auch wenn in den Beständen die *Salicetum capreae*-Charakterart *Epilobium angustifolium* mit z. T. hoher Artmächtigkeit in den Beständen auftrat (vgl. Anhang VII). Die hier zusammengefassten Bestände sind durch das vollständige Fehlen von *Salix caprea* gekennzeichnet und haben aus diesem Grunde mit den von SCHREIER (1955) beschriebenen Aufnahmen des *Salicetum capreae* nur wenig gemein. Es handelt sich hierbei vielmehr um eine Fragmentgesellschaft, d. h. nach DIERSCHKE (1994) um eine an diagnostisch wichtigen Charakterarten – in diesem Fall *Salix caprea* als Charakterart des *Salicetum capreae* – verarmte Gesellschaft.

Die *Betula pendula*-Gesellschaft konnte zum überwiegenden Teil von Standorten, die durch nährstoffarmes Bergematerial gekennzeichnet waren, nachgewiesen werden. Seltener trat die Gesellschaft auf anderen Substraten wie Kalkstein- und Basaltschottern, Mutterboden, Granulat oder Bauschutt auf. Durch das Auftreten von besonders Bestands bildenden Arten konnten mehrere Varianten innerhalb der *Betula pendula*-Gesellschaft ausdifferenziert werden, vor allem von krautigen Arten wie *Urtica dioica*, *Epilobium angustifolium*, *Solidago gigantea* und *Pteridium aquilinum* sowie Varianten verschiedener *Rubus*-Sippen wie *Rubus armeniacus*, *R. elegantispinosus*, *R. corylifolius* agg., *R. fruticosus* agg. und *R. vinetorum* (s. Anhang). Nur wenige Arten traten in den Aufnahmen mit hoher Stetigkeit auf, neben *Betula pendula* war *Brachythecium rutabulum* als einzige weitere Art mit Stetigkeitsklasse V vertreten (vgl. Anhang VII). *Rhamno-Prunetea*-Arten traten allerdings z. T. mit hoher Artmächtigkeit auf, so z. B. *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus monogyna* s.l. und *Cornus sanguinea*. Von den ebenfalls zahlreich vertretenen *Querco-Fagetea*-Arten ist vor

allem die Art *Acer pseudoplatanus* von Bedeutung. Der Berg-Ahorn trat als Folgebaumart bereits in der ersten und zweiten Baumschicht sowie in Strauch- und Krautschicht in höherer Artmächtigkeit auf und lässt eine Weiterentwicklung eines Teils der Bestände zur *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft als wahrscheinlich erscheinen. Auch *Quercus robur* tritt in der *Betula pendula*-Gesellschaft frequent in der Strauch- und Krautschicht auf (vgl. Anhang VII), so dass in diesen Beständen eine Weiterentwicklung zum *Betulo-Quercetum* möglich scheint. Unter den krautigen Arten der *Querco-Fagetea* waren Frischezeiger wie *Circaea lutetiana* und *Dryopteris filix-mas* mit Stetigkeitsklasse II die häufigsten Arten.

Magere Ausprägungen der *Betula pendula*-Gesellschaft

Durch pflanzensoziologische Tabellenarbeit ließ sich im eine magere, nährstoffarme Ausprägung der *Betula pendula*-Gesellschaft von der Industriebrache der ehemaligen Zeche Hannover I/II/V in Bochum-Hordel von den nährstoffreicheren Ausprägungen abgrenzen (s. Vegetationstab. 9). Der Median der N-Zahl in der Krautschicht lag stringent bei 5 (mäßigen Stickstoffreichtum anzeigend nach ELLENBERG & al. 1992). Diese nährstoffarmen Birken-Bestände stockten auf flachgründigen Rohböden aus reinem Bergematerial und waren durchweg durch saure Standortbedingungen gekennzeichnet (pH 4) gekennzeichnet. Dies begünstigte eine Dominanz von acidophilen Moosen wie *Polytrichum formosum* in der Moosschicht (s. Vegetationstab. 9 u. Abb. 10). Durch das grusige, feinkörnige und nährstoffarme Bergematerial traten in den Aufnahmen Magerkeitszeiger der Sandrasen- und Felsgrusgesellschaften (*Sedo-Scleranthetea*) wie *Aira praecox*, *Myosotis ramosissima*, *Cerastium semidecandrum*, *Rumex acetosella*, *Erophila verna*, *Arabidopsis thaliana*, *Cladonia fimbriata* und *Cladonia furcata* ssp. *furcata* auf. Weitere Magerkeitszeiger waren *Festuca brevipila*, *Senecio inaequidens*, *Deschampsia cespitosa* und *Hieracium sabaudum* agg. Das Aufnahmematerial ließ sich in mehrere Varianten untergliedern, wobei die floristischen Unterschiede hauptsächlich im Vorhandensein bzw. Fehlen von *Querco-Fagetea*- und *Rhamno-Prunetea*-Arten in Strauch- und Krautschicht lagen (s. Vegetationstab. 9). Des Weiteren ließ sich innerhalb der *Betula pendula*-Gesellschaft eine moosfreie Variante sowie eine Variante mit ausgeprägter Moosschicht mit den Sippen *Brachythecium rutabulum*, *Polytrichum formosum*, *Scleropodium purum*, *Hypnum cupressiforme, Rhytidiadelphus squarrosus*, *Atrichum undulatum* sowie der neophytischen Sippe *Campylopus introflexus* ausdifferenzieren. Von ganz besonderer diagnostischer Bedeutung hinsichtlich der Waldentwicklung der *Betula pendula*-Gesellschaft kann das Auftreten anspruchsvoller *Querco-Fagetea*-Arten in Form der Frühjahrs-Geophyten *Convallaria majalis* und *Anemone nemerosa* in einer Einzelaufnahme

eingestuft werden (s. Vegetationstab. 9). Ihr Auftreten ist insofern bemerkenswert, weil es sich hierbei um das einzige Auftreten der beiden Arten in allen untersuchten Industriewald-Beständen überhaupt handelt. Die Herkunft dieser beiden Arten stammt vermutlich nicht aus Verwilderungen, sondern es handelt sich höchstwahrscheinlich um indigene Vorkommen, da beide Arten höchst selten gemeinsam kultiviert werden. Das Vorkommen dieser Geophyten ist umso erstaunlicher, da es sich bei den Böden der Standorte um flachgründige Lockersyroseme mit geringmächtiger Humusschicht handelt, die für die Ansiedlung von Geophyten denkbar ungünstig erscheinen (vgl. Kap. 5.3).



Abb. 10: Magerer Birken-Vorwald auf Bergematerial mit üppiger Moosschicht auf der Untersuchungsfläche Zeche Hannover I/II/V (Bochum-Hordel)

8.1.4 *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

KLEINKNECHT (2001 u. 2002) beschreibt aus Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlenbergbaus im Leipziger Südraum eine neue Assoziation natürlich aufgewachsener Birken-Zitterpappel-Vorwälder, das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* KLEINKNECHT 2001. Die Gesellschaft besiedelt trockene bis frische Standorte auf pleistozänen Sanden und wird dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* TÜXEN & NEUMANN ex OBERDORFER 1957 zugeordnet, wobei die Gesellschaft diesen Verband um einen nährstoffarmen Flügel erweitert. KLEINKNECHT (2002) vermutete bereits, dass das *Hieracio piloselloides-Betuletum pendulae* außer auf ehemaligen Braunkohleabbauflächen im Leipziger Südraum auch in anderen Bergbaufolgelandschaften Deutschlands verbreitet sein könnte. Als charakteristische Artenverbindung führt KLEINKNECHT (2002) *Betula pendula* (dominant), *Populus tremula*, *Calamagrostis epigejos*, *Solidago canadensis*, *Hieracium piloselloides*, *H. laevigatum*, *Salix*

caprea, *Quercus robur* (Krautschicht), *Crataegus* spec. (Krautschicht) sowie die Moose *Ceratodon purpureus* und *Brachythecium rutabulum* an. Durch diese charakteristische Artenverbindung ließen sich insgesamt 35 Vegetationsaufnahmen des Aufnahmematerials dem *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* zuordnen, darunter eine Aufnahme, die eine magere Ausprägung repräsentiert (vgl. Vegetationstab. 9 u. Anhang VIII). In den Aufnahmen traten *Hieracium laevigatum* und *Ceratodon purpureus* nur in jeweils einer Aufnahme auf, statt *Solidago canadensis* in den Aufnahmen von KLEINKNECHT (2002) war *Solidago gigantea* in den ausdifferenzierten Aufnahmen mit höherer Stetigkeit vertreten (vgl. Anhang VIII). Die diagnostisch wichtigen Arten *Brachythecium rutabulum* und *Quercus robur* traten mit sehr hoher Stetigkeit (Stetigkeitsklasse V) in den Aufnahmen auf.

Zur Ökologie des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* im Ruhrgebiet lässt sich bilanzieren, dass die Gesellschaft auf trockeneren Standorten stockt als das *Salicetum capreae*. Die Substrate, von denen die Gesellschaft nachgewiesen werden konnte, wie Eisenhüttenschlacken, Bauschutt, Kokereischlamm, Basalt- und Kalksteinschotter, aber auch Berge waren insgesamt als Wasser durchlässig charakterisierbar. Durch die Trockenheit ist die Stickstoffmineralisationsrate der Standorte gering (N-Zahl 5-6), so dass Nitrophyten ausgesprochen selten in den Aufnahmen auftraten (vgl. Anhang VIII). Durch Sortierung des Aufnahmematerials konnte eine Variante mit *Populus tremula* sowie eine Variante ohne *P. tremula* ausdifferenziert werden. *Rhamno-Prunetea*-Klassencharakterarten wie *Cornus sanguinea*, *Rosa canina* s.l., *R. rubiginosa*, *Corylus avellana*, *Rubus elegantispinosus*, *R. camptostachys* und *R. corylifolius* agg. traten in den Aufnahmen frequent auf (Stetigkeitsklasse III bis II).
Es konnte ferner eine einzelne Vegetationsaufnahme einer sehr mageren Ausprägung des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* ausdifferenziert werden, und zwar von der Bergehalde der ehemaligen Zeche Waltrop I/II (vgl. Vegetationstab. 9). In dieser Aufnahme traten Magerkeitszeiger wie *Teucrium scorodonia*, *Campanula rotundifolia*, *Hypochaeris radicata*, *Inula conyzae*, *Senecio inaequidens*, *Galium verum*, *Origanum vulgare* und die Habichtskräuter *Hieracium pilosella*, *H. piloselloidis* agg., *H. sabaudum* agg. sowie *H. lachenalii* auf (vgl. Vegetationstab. 9). Der Median der N-Zahl in der Krautschicht lag mit 4 im nährstoffarmen Bereich. Da auf dem Areal der ehemaligen Zeche Waltrop vor allem in den 1990er Jahren Begrünungsversuche mit dem Ziel einer beschleunigten Sukzession auf Bergehalden durchgeführt wurden (vgl. JOCHIMSEN 1991a, 1991b u. 1992 sowie JOCHIMSEN & al. 1995), kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil des Sippeninventars auch aus vorherge-

gangenen Einsaaten stammt. Zumindest für die Sippen *Galium verum* und *Origanum vulgare* kann dies als wahrscheinlich angenommen werden.

An dieser Stelle soll das Vorkommen dieser Gesellschaft im Ruhrgebiet kontrovers diskutiert werden: *Hieracium piloselloides* ist womöglich nur als schwache oder regionale Charakterart einzuordnen, da sie eine weite soziologische Amplitude hat und ihre primären Vorkommen in halbruderalen Quecken-Trockenrasen (*Agropyretea intermedii-repentis*) als auch in ausdauernden Hochstaudenfluren (*Artemisietea*) liegen. Ihre Präsenz in den Vorwäldern wäre somit als Relikt aus früheren, vorhergegangen Sukzessionsstadien zu deuten. Als Volllichtpflanze (Lichtzahl 9 nach ELLENBERG & al. 1992) tritt die Art in Vorwäldern nur noch vegetativ auf und gelangt nicht zur Blüte, so dass ihre Einstufung als Charakterart einer Vorwald-Gesellschaft fragwürdig erscheint. KLEINKNECHT (2002) betont jedoch in diesem Zusammenhang, dass das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* neben der Charakterart *Hieracium piloselloides* des Weiteren durch seine charakteristische Artenverbindung gekennzeichnet ist. Misst man dieser eine größere diagnostische Bedeutung zu als dem Vorkommen der einzelnen Charakterart *Hieracium piloselloides*, so lässt sich ein Teil des Aufnahmematerials der vorliegenden Untersuchungen durchaus dieser Assoziation zuordnen. Die Gesellschaft konnte nicht nur auf Brachflächen des Steinkohlenbergbaus, sondern auch auf Brachflächen der Stahl verarbeitenden Industrie sowie von einer Bahnbrache nachgewiesen werden. Es handelt sich außerdem um den ersten Nachweis dieser Gesellschaft im Ruhrgebiet überhaupt. Im Gegensatz zu den Aufnahmen von KLEINKNECHT (2002) besiedelt die Gesellschaft im Ruhrgebiet ebenfalls stickstoffarme, jedoch auch nährstoff- und basenreiche Ausgangssubstrate der Stahlwerks- und Bahnbrachen sowie Bauschutt.

8.1.5 *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft

Robinia pseudoacacia wurde Anfang des 17. Jh. aus Nordamerika nach London sowie Paris gebracht und von dort aus weiter verbreitet (SUKOPP 1990; SCHROEDER 2003). In ihrem natürlichen Areal des nordamerikanischen Appalachen-Systems besiedelt sie Bereiche zwischen 200 und 1200 m NN und ist Komponente verschiedener Waldgesellschaften auf mäßig frischen bis trockenen Böden (SCHROEDER 2003). Als lichtbedürftiger, zugleich aber relativ langlebiger Pionierbaum ist *Robinia pseudoacacia* in naturnahen Beständen meist nur einzelstammweise beigemischt (SCHROEDER 2003), Reinbestände von *Robinia pseudoacacia* gibt es

in der nordamerikanischen Naturlandschaft nicht. Kultiviert wurde *Robinia pseudoacacia* zunächst als Park- und Straßenbaum sowie als Forstgehölz, in dieser Verwendung hauptsächlich als forstlicher Pionierbaum auf noch jungen, wenig entwickelten Böden von Bergehalden und Bahntrassen (KUNICK 1990). In den Großstädten und Industriezentren hat sie sich dort wegen ihrer guten Verträglichkeit gegenüber dem trockenen Stadtklima und ihrer relativen Unempfindlichkeit gegen Rauch, Staub und Ruß als Straßen- und Parkbaum hervorragend bewährt (SUKOPP 1990). Auch fand sie Verwendung als Bodenfestiger und wurde aus diesem Grunde häufig auf Aufschüttungshalden, in Kiesgruben und auf Dämmen gepflanzt.

Eine weitere Verwendung fand *Robinia pseudoacacia* wegen ihres Blütenreichtums als Bienenfutterpflanze und ist auch heute noch eine beliebte Imkerpflanze. Kultivierte Exemplare fungierten dann nach überschreiten des "Time-Lag", d. h. des Zeitraumes von der ersten Kultivierung bis zur ersten beobachteten spontanen Verwilderung, als Diasporenquellen für die spontane Ausbreitung der Robinie auf Brachflächen und andere freie Standorte (KOWARIK 1992a). So nehmen unter den auf Brachflächen vorkommenden innerstädtischen Gehölzbeständen in Berlin *Robinia pseudoacacia*-Bestände flächenmäßig den größten Anteil ein (KOHLER & SUKOPP 1964; KOWARIK 1995a). In einer Auflistung der häufigsten ruderalen Gehölze auf den Brachflächen Berlins zeigte *Robinia pseudoacacia* sogar noch eine höhere Frequenz und Dominanz als *Betula pendula* und war das häufigste spontan auftretende Gehölz (KOWARIK 1995a).

Ökologie von *Robinia pseudoacacia*-Beständen

Robinia pseudoacacia stellt deutlich geringere Ansprüche an die Bodenfeuchte als andere häufig im innerstädtischen Bereich spontan auftretende ruderale Gehölze wie z. B. *Sambucus nigra*, *Salix caprea*, *Rubus armeniacus* und andere der in Städten und auf städtischen Brachflächen spontan auftretenden Gehölze (WITTIG 1991a u. 2002a). Insbesondere auf relativ trockenen Standorten wie Bahngeländen, Industriebrachen und Trümmerflächen kann es in der Stadt deshalb zur Ausbildung von mehr oder weniger geschlossenen *Robinia pseudoacacia*-Beständen kommen (WITTIG 2002a). KUNICK (1990) stellt aus diesem Grunde heraus, dass *Robinia pseudoacacia* im Berliner Raum vorwiegend trockene Substrate wie Bauschutt sowie Bahnschotter besiedelt. Nach SUKOPP (2008) tritt in Berlin das *Chelidonio-Robinietum* (Schöllkraut-Robinienwald) als Pionierwald insbesondere auf bauschutt- und mörtelreichen Standorte auf. BECHER & BRANDES (1985) beschreiben ebenfalls spontan

entstandene *Robinia pseudoacacia*-Bestände auf Bauschutt, von Bahngeländen und ehemaligen, aufgelassenen Steinbrüchen. Auf solch relativ trockenen Standorten bildet *Robinia pseudoacacia* oftmals dichte, geschlossene Bestände.

Die klimatischen Ansprüche von *Robinia pseudoacacia* ähneln denen von *Ailanthus altissima* (KUNICK 1990). *Robinia pseudoacacia* benötigt für optimales Wachstum ebenfalls eine lange Vegetationsperiode mit ausreichend warmen Sommern. Empfindlich reagiert *Robinia pseudoacacia* auf frühe Frostereignisse im Spätsommer und Herbst. Das klimaökologische Optimum von *Robinia pseudoacacia* liegt im warmkontinentalen bis submediterranen Klimabereich (KLAUCK 1988; KUNICK 1990; KOWARIK 1995a). Daher sind die klimatischen Verhältnisse im subozeanisch getönten Bereich Westdeutschlands – mit Ausnahme des klimatisch abweichenden Ballungsraumes Rhein-Ruhr – für *Robinia pseudoacacia* eher als suboptimal einzustufen. In Gebieten mit kontinental oder submediterran getöntem Klima ist *Robinia pseudoacacia* besonders konkurrenzstark und kann daher beim Aufbau ruderaler Wälder eine bedeutendere Rolle spielen als *Betula pendula* (KOWARIK 1995a). Auch POTT (1995) erwähnt, dass sich die Robinie vor allem auf Brachflächen in Ostdeutschland (Brandenburg, Odergebiet) ausbreitet, unter anderem auf Trümmerschutt, wo sie oft Reinbestände ausbildet. In Osteuropa treten spontane Robinienbestände verstärkt in Tschechien, der Slowakei und Ungarn auf, in Westeuropa hauptsächlich im Saartal, Rheintal, Vogesen und Lothringen (KLAUCK 1988). Stets nimmt sie dabei klimatisch begünstigte Lagen ein.

Robinia pseudoacacia ist in der Lage, durch die Symbiose mit Wurzelknöllchenbakterien der Gattung *Rhizobium* die Stickstoffversorgung am Standort zu verbessern. Dadurch beeinflusst sie in hohem Maße die Begleitflora wie kaum ein anderer Baum in Mitteleuropa (KOWARIK 1995a). FISCHER (1982) stellt heraus, dass *Robinia pseudoacacia*-Bestände erst die Standortbedingungen für eine nitrophile Begleitflora schaffen. HOFFMANN (1961) hingegen verweist auf den Umstand, dass bei *Robinia pseudoacacia*-Beständen die Stickstofffixierung im Boden nur in sehr geringen Mengen durch Knöllchenbakterien stattfindet, sondern dass der hohe N-Gehalt aus dem Laubfall sowie durch absterbende Wurzelteile resultiert. Der Stickstoffgehalt in den Blättern von *Robinia pseudoacacia* liegt etwa 1,5 bis 2,5 mal höher als bei anderen Laubbäumen (ZIEGLER 1958), so dass durch den Laubabwurf ebenfalls eine Erhöhung des Stickstoffgehaltes am Wuchsort erfolgt. KOHLER (1963) erwähnt als weiteren ökologischen Wettbewerbsfaktor die allelopathische Wirkung der Robinie auf bestimmte krautige Sippen. Nach Aufforstung oder spontanem Auftreten von *Robinia pseudoacacia*

stellt sich meist eine charakteristische Begleitflora ein, welche sich in den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten *Robinia pseudoacacia*-Beständen überwiegend aus Nitrophyten wie *Alliaria petiolata*, *Bryonia dioica*, *Chaerophyllum temulum*, *Dryopteris dilatata*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica* var. *dioica*, *Stellaria media* und *Sambucus nigra* zusammensetzte (s. Vegetationstab. 10).

Untersuchungen aus Berlin von KOWARIK (1992b) führten zu dem Ergebnis, dass *Robinia pseudoacacia* auf den meisten innerstädtischen Brachflächen in Berlin die dominierende Gehölzsippe darstellt, wobei sie diese Rolle teilweise zusammen mit *Betula pendula*, teilweise aber auch allein ausfüllt. Die Fähigkeit, durch ihre leichten Diasporen auch weiter entfernte Standorte zu erreichen sowie ihre Eigenschaft, sich auch vegetativ durch Wurzelbrut zu vermehren, machen *Robinia pseudoacacia* zu einem predistinierten Pioniergehölz, besonders auf Rohböden (DIESING & GÖDDE 1989). Junge Exemplare von *Robinia pseudoacacia* dringen so oftmals lateral in krautige Sukzessionsstadien und Grasland ein und besiedeln dieses auf vegetativem Wege (KUNICK 1990). Auch KOWARIK (1996) führt den Erfolg von *Robinia pseudoacacia* auf ihre Eigenschaft zurück, mit Ausläufern selbst in dicht geschlossenen ruderalen Pflanzenbeständen Fuß fassen zu können, in denen die Keimung ihrer Samen nahezu unmöglich wären. Des Weiteren beruht ihr Erfolg im Aufbau einer langlebigen Samenbank sowie einer unterirdischen "Knospenbank", wo an den unterirdischen Ausläufern stets zahlreiche Knospen vorhanden sind, die unter günstigen Bedingungen zu Rameten austreiben können (KOWARIK 1996).

Syntaxonomie von *Robinia pseudoacacia*-Beständen

Robinien-Wälder und –Forste sind wie erwähnt meist durch eine Krautschicht aus nitrophilen und ruderalen Sippen gekennzeichnet. MUCINA & al. (1993) schlossen daher die von *Robinia pseudoacacia* aufgebauten Bestände auf Grund des ruderalen und nitraphenten Charakters provisorisch zur Klasse *Galio-Urticetea* an. Da allerdings die Klassifikation von Gehölz-Vegetationstypen auf den vorherrschenden Baum- und Straucharten als dominierende Bestandteile einer Phytozönose basieren sollte (BARKMAN & al. 1986) erscheint dieses Konzept nicht plausibel.

Die Zusammenfassung solcher ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Bestände in einer eigenen Klasse *Robinietea* oder *Robinio-Lycietea*, wie es verschiedene Autoren praktiziert haben (unter anderem JURKO 1963 u. 1964), erscheint auf Grund weniger kennzeichnender Sippen

ebenfalls nur unzureichend berechtigt und wenig sinnvoll. DIESING & GÖDDE (1989) zweifeln die Berechtigung einer eigenen Klasse *Robinietea* auf Grund der Tatsache an, dass es sich bei solchen ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Beständen nicht um die Klimax handelt. KOWARIK (1995a) ordnet die ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Bestände daher nur in eine eigene, neu geschaffene Ordnung *Robinetalia* ein. Nach Arbeiten verschiedener Autoren wurden solche *Robinia pseudoacacia*-Bestände syntaxonomisch im Rang einer Assoziation als *Chelidonio-Robinietum* (KOHLER & SUKOPP 1964) und als *Robinietum pseudoacaciae* (BORNKAMM 1974) beschrieben, oder aber zwanglos als ranglose Gesellschaft in Form einer *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft (KLAUCK 1988), als *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft (DIESING & GÖDDE 1989; POTT 1995) oder einfach als Robinien-Bestände oder Robinien-Haine (BECHER & BRANDES 1985; JURKO 1963) klassifiziert. Nach SUKOPP (2008) führt die Sukzession auf Bau- und Ziegelschutt in Berlin über verschiedene krautige Sukzessions-stadien schließlich zu einem *Chelidonio-Robinietum* (Schöllkraut-Robinienwald). Bei dem *Chelidonio-Robinietum* handelt es sich um eine spontan aufwachsende Robinien-Gesellschaft, welche häufig Standorte mit Trümmerschutt, wie es sie im Berlin der Nachkriegszeit reichlich gab, besiedelte.

Syndynamik von *Robinia pseudoacacia*-Beständen

Bereits Untersuchungen über ruderale *Robinia pseudoacacia*-Bestände auf Straßen- und Eisenbahnböschungen aus den 1970er Jahren aus dem Kölner Raum (BORNKAMM1974) konnten bereits ein Vermehrtes Auftreten von *Acer pseudoplatanus* in der Strauchschicht feststellen. Auffallend in den Untersuchungen von KLAUCK (1986) ist das häufige Auftreten anderer großwüchsiger Laubbäume in *Robinia pseudoacacia*-Beständen, deren Dominanz und Stetigkeit aber als bescheiden bezeichnet werden. Lediglich *Acer pseudoplatanus* erreichte in den untersuchten Beständen des Saartals eine höhere Stetigkeit (70%). KUNICK (1990) berichtet ebenfalls, dass in älteren *Robinia pseudoacacia*-Beständen häufig der Laubbaum *Acer pseudoplatanus* auftritt und typisch für ältere Stadien dieses Vegetationstyps ist. Untersuchungen der ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Bestände Berlins (KOWARIK 1992b) konnten neben *Robinia pseudoacacia* weitere 77 Gehölzsippen, darunter 38 großwüchsige Laubbäume, welche als Begleiter auftraten, in diesem Vegetationstyp nachweisen. Dabei setzte sich das Gehölzsippenspektrum aus 50 % indigener Sippen zusammen, der Rest bestand sowohl aus neophytischen als auch archäophytischen Gehölzen. Sowohl in der Baum- als auch in der Strauchschicht traten in den ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Beständen Berlins zwar durchaus Pioniergehölze auf, die aber nach Einschätzungen von KOWARIK (1992b) nicht

im Stande sind, *Robinia pseudoacacia* an diesen Standorten zu verdrängen. Konkurrenzkräftige Sippen, die dazu in der Lage wären, wie z. B. *Acer pseudoplatanus* als auch *Acer platanoides*, traten in den von KOWARIK (1992) untersuchten Beständen in Berlin nur in der Kraut- und Strauchschicht auf. Dies lässt den Schluss zu, dass solche *Robinia pseudoacacia*-Bestände eine relativ hohe Persistenz haben, allerdings wohl langfristig von *Acer*-dominierten Waldtypen ersetzt werden, in denen dann später auch *Fagus sylvatica* oder andere Gehölzsippen der natürlichen Vegetation auftreten könnten und wiederum diese Wälder ablösen (KOWARIK 1992b). KLAUCK (1988) berichtet von der Weiterentwicklung von Robinienbeständen auf Trümmerflächen und Bauschutt hin zu einem Ahorn-Eschen-Linden-Stadtwald, wenn der Robinie als lichtbedürftiger Baumart mit Höherwerden der begleitenden Gehölze wie *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Tilia cordata* das Licht genommen wird.

Auch SUKOPP (1990) betont, dass diese ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Bestände noch nicht Endstadien der Sukzession darstellen. DIESING & GÖDDE (1989) stellen ebenfalls heraus, dass die nordrhein-westfälischen Robinien-Wälder nur Vorwälder sind, d. h. keine endgültigen Klimaxstadien darstellen. In mehr als drei Jahrzehnte alten ruderalen *Robinia pseudoacacia*-Beständen in Berlin konnten jedoch selbst nach dieser langen eigenständigen Entwicklung noch keine Sippen der *Fagetalia sylvaticae* in der Krautschicht nachgewiesen werden (KOWARIK 1992b). Vermutlich spielen hier die isolierte Lage innerstädtischer Brachflächen als auch die geringe Reichweite der Diasporen von Sippen der *Fagetalia sylvaticae* als ausbreitungshemmender Faktor eine Rolle. Walddynamische Ergebnisse von älteren Robinien-Wäldern existieren aus dem Saarland. SIEGL & FRITZ (2002) berichten, dass sich in saarländischen Robinien-Wäldern nach 60 bis 80 Jahren wieder Arten der *Querco-Fagetea* in der Krautschicht ansiedelten.

Als Entwicklungsprognose des *Chelidonio-Robinietum* vermutet KOWARIK (1986 u. 1995a) auf den innerstädtischen Brachflächen Berlins ebenfalls *Querco-Fagetea*-Gesellschaften, je nach Standort differenziert auf Schottersubstrat und Sandböden eine *Quercion robori-petraeae*-Gesellschaft (bodensaurer Eichenmischwald) sowie auf ruderalen Böden und humusreichen Aufschüttungen möglicherweise auch eine *Fagetalia*-Gesellschaft (Edellaub-Mischwald) mit hohen Anteil von Ahorn-Arten (Ahorn-Stadtwald). In späteren Untersuchungen berichtet KOWARIK (2008) bereits von der Abnahme der Dominanz von *Robinia*

pseudoacacia in 35 Jahre alten Beständen in Berlin, mit einer Altersentwicklung hin zur Dominanz von schattentoleranten Arten wie *Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides*.

***Robinia pseudoacacia*-Bestände auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet**

Ausschließlich von *Robinia pseudoacacia* dominierte Bestände im Ruhrgebiet gehen meist auf Aufforstungen zurück (DIESING & GÖDDE 1989), wogegen solche Bestände im Berliner Stadtgebiet auch häufig spontan entstehen (KOWARIK 1995a). Auch REIDL (1989) betont, dass im Essener Stadtgebiet die Robinien-Bestände auf Bahnböschungen, Industriegeländen und Bergematerialhalden in erster Linie auf Aufforstungen zurückzuführen sind. Vor allem die älteren, mehr als 50 Jahre alten Bergehalden des Ruhrgebietes sind größtenteils mit *Robinia pseudoacacia* aufgeforstet worden. Dennoch ist *Robinia pseudoacacia* auch im Ruhrgebiet ein häufig auftretendes Pioniergehölz, welches spontan vor allem entlang von Straßen sowie Eisenbahnböschungen und Bahnlinien auftritt (DIESING & GÖDDE 1989). BORNKAMM (1974) verweist darauf, dass solche ruderalen Robinien-Bestände im Kölner Raum in vielen Fällen, aber mit Sicherheit nicht immer aus Anpflanzungen hervorgingen. In anderen Ballungsräumen Deutschlands außerhalb des Ruhrgebietes wie beispielsweise dem Berliner Raum zählen SUKOPP & KUNICK (1976) *Robinia pseudoacacia* ebenfalls zu den kennzeichnenden Gehölzsippen entlang von Bahnböschungen. Da *Robinia pseudoacacia* im Ruhrgebiet bevorzugt entlang von linearen Strukturen der Eisenbahnstrecken wandert, kann sie in diesem Raum als Bahnwanderer eingestuft werden. Auch KEIL & LOOS (2004a) verweisen auf die Eisenbahnwege als wichtigsten Wanderweg von *Robinia pseudoacacia* im Ruhrgebiet. Flächen, die unmittelbar an ehemalige oder noch in Betrieb befindliche Bahnstrecken angrenzen, weisen häufig erste Ansiedlungen von *Robinia pseudoacacia* auf. KEIL & LOOS (2004a) betonen, dass *Robinia pseudoacacia* rezent noch im Begriff ist, sich kohärent über das Ruhrgebiet auszubreiten. Die Ausbreitung erfolgt hierbei von zahlreichen lokalen Verwilderungen. Im Ruhrgebiet sind daher auf Industriebrachflächen bislang nur lokale Verwilderungen beobachtet worden (KEIL & LOOS 2004a). Ausschließlich von *Robinia pseudoacacia* aufgebaute, spontan entstandene Gebüsch- und Vorwald-Bestände sind aus diesem Grunde auf Industriebrachen des Ruhrgebiets noch äußerst selten zu beobachten oder fehlen völlig.

Der älteste im Rahmen dieser Arbeit untersuchte *Robinia pseudoacacia*-Bestand ist ca. 100 Jahre alt, befindet sich auf der Bergehalde der Zeche Zollverein XII und ist mittlerweile in der Zerfallsphase bzw. im Bestandszusammenbruch, in dem die größten und ältesten Exemplare

von *Robinia pseudoacacia* abgängig sind (s. Abb. 11) (GAUSMANN 2007). Dieser Bestand, welcher vermutlich den ältesten bekannten Robinien-Bestand in Nordrhein-Westfalen darstellt, ist bezüglich der Sippendynamik in seinem Sippengefüge relativ stabil, neue Arten siedeln sich so gut wie kaum noch an. Dieser auf einer Kegelhalde künstlich begründete Bestand zeichnet sich floristisch durch das Auftreten nitrophytischer Sippen sowie standörtlich durch einen mittlerweile mehrere Dezimeter mächtigen Rohhumushorizont aus den Hülsen von *Robinia pseudoacacia* aus (GAUSMANN 2007). Nach Untersuchungen von BURGHARDT (2009) handelt es sich bei dem auf dieser Kegelhalde vorherrschenden Bodentyp um einen Regosol mit Rohhumusauflage aus Sand-, Silt- und Tonsteinen mit einem restlichen Feinkohleanteil von 20-30%. Da die biologische Aktivität der Lumbriciden-Fauna und anderer Bodenorganismen an diesem Standort gering ist (BURGHARDT & al. 1999) konnte sich hier die nur schwer zersetzbare Streu über einen längeren Zeitraum akkumulieren, was sich in Form einer sehr schütteren Krautschicht äußert. Lediglich verschiedene Brombeer-Sippen (*Rubus armeniacus*, *R. elegantispinosus*, *R. nemorosus*) erreichen höhere Artmächtigkeiten (s. Vegetationstab. 10). Neben *Robinia pseudoacacia* trat als einziges weiteres großwüchsiges Laubgehölz *Acer pseudoplatanus* im Bestand auf. Als Halbschattholz konnte sich *Acer pseudoplatanus* vermutlich als einziger Baum unter dem dichten Kronenschluss von *Robinia pseudoacacia* entwickeln. Ein Baumartenwechsel in diesem *Robinia pseudoacacia*-Bestand durch *Acer pseudoplatanus* ist wahrscheinlich (vgl. GAUSMANN 2007). Auffallend ist auch die anscheinend erschwerte Ansiedlung von *Quercus robur* in den untersuchten Beständen. Die Sippe trat nur vereinzelt mit wenigen Individuen und in geringer Artmächtigkeit in den Vegetationsaufnahmen auf (s. Vegetationstab. 10). *Fagus sylvatica* kam in den Vegetationsaufnahme nicht vor.

Eine Zuordnung der untersuchten Robinienbestände zum *Chelidonio-Robinietum* (Schöllkraut-Robinienwald), das ja auch zum überwiegenden Teil spontan entsteht, konnte für die untersuchten Robinienforste auf Berge-, Schutt- und Schlackenhalden des Ruhrgebietes nicht vorgenommen werden. GÖDDE (1986) beschreibt eine *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft aus Düsseldorf, Essen und Münster, die er durch das Auftreten von *Betula pendula* und *Salix caprea* dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* zuordnet. In den Untersuchungen von GÖDDE (1986) traten als wichtige weitere Arten außerdem *Sambucus nigra*, *Acer pseudoplatanus* sowie *Rubus armeniacus* auf. Die Ergebnisse der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten *Robinia pseudoacacia*-Beständen decken sich bezüglich des floristischen Inventars weitgehend mit den Ergebnissen von BORNKAMM (1974), GÖDDE (1986) und

KLAUCK (1986). So konnten *Acer pseudoplatanus* und *Sambucus nigra* als kennzeichnende Sippen in der Strauchschicht dieser Bestände ausgemacht werden. Vielmehr erscheint die Einstufung des überwiegenden Teils des Aufnahmematerials zu einer ranglosen *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft für die durchgeführten Untersuchungen von Bergehalden und Industriebrachen im Ruhrgebiet auf Grund der hohen Stetigkeit von *Sambucus nigra* als sinnvoll. Eine charakteristische Artenkombination in den Aufnahmen ist nicht klar erkennbar, die Bestände sind meist als Dominanzbestände mit *Robinia pseudoacacia* als dominanter Baumart ausgebildet (s. Vegetationstab. 10). Lediglich *Sambucus nigra* erreicht in den meisten Beständen eine größere Artmächtigkeit und eine hohe Stetigkeit. Bemerkenswert ist jedoch auch die hohe Stetigkeit von *Acer pseudoplatanus* in den meisten Aufnahmen. Durch sortieren des Aufnahmematerials konnten jeweils eine Variante mit *Rubus armeniacus*, mit *R. elegantispinosus* sowie mit *Solidago canadensis* sowie eine typische Variante ausdifferenziert werden. Übereinstimmungen der Ergebnisse existieren auch mit den Untersuchungen von REIDL (1989), welcher für das Essener Stadtgebiet ebenfalls keine Ausbildungsform der Robinienforste vom Schöllkraut-Typ, wie ihn JURKO (1963) und KOHLER & SUKOPP (1964) beschreiben, feststellen konnte. Die Zurodnung der untersuchten Robinienforste folgt vielmehr dem Vorschlag von KLAUCK (1988), welcher eine *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft mit *Sambucus nigra* als bezeichnender Art in Mitteleuropa beschrieb und dabei verschiedene geographische Vikarianten ausdifferenzierte. Auffällig für die westliche Vikariante gegenüber der mitteleuropäischen und östlichen Vikariante war in den Untersuchungen von KLAUCK (1988) die hohe Stetigkeit von *Rubus fruticosus* agg., wobei KLAUCK nicht näher einzelne *Rubus*-Sippen unterschied. Neben *Rubus armeniacus* und *R. elegantispinosus*, welche mit höheren Stetigkeiten und größeren Artmächtigkeiten in den Aufnahmen auftraten, traten des Weiteren *Rubus nemorosus*, *R. vestitus* und *R. camptostachys* auf und erreichten in einigen Aufnahmen höhere Deckungsgrade (s. Vegetationstab. 10).



Abb. 11: Ungefähr 100 Jahre alter und im Zerfall befindlicher *Robinia pseudoacacia*-Bestand mit stehendem Totholz auf der Kegelhalde der ehemaligen Zeche Zollverein XII (Essen-Stoppenberg)

8.1.6 Mischwälder mit *Robinia pseudoacacia*

Robinia pseudoacacia – ob aufgeforstet oder spontan vorkommend – kann im Ruhrgebiet neben der Ausbildung von monostrukturierten Einartbeständen auch mit anderen Laubgehölzen vergesellschaftet auftreten. Je nach Herkunft und Status, ob nun kultiviert oder spontan als Agriophyt, sind zwei Entstehungswege solcher Mischbestände möglich: zum einen können in kultivierte *Robinia pseudoacacia*-Dominanzbestände andere Laubbäume einwandern, vor allem, wenn es sich um sehr alte Robinien-Bestände handelt, welche durch bestandsweisen Zusammenbruch gekennzeichnet sind und in denen Lücken entstehen, welche Platz für andere Gehölze bieten (vgl. Kap. 8.1.5). Diese Bestände lassen sich als subspontane Vegetation ansprechen. WITTIG (2002) versteht darunter diejenigen Pflanzengesellschaften, die zwar ursprünglich vom Menschen gepflanzt wurden, in denen sich aber inzwischen ein Gleichgewicht der vorhandenen Arten einstellen konnte. Auch wenn es sich dabei nur um ein vorläufiges Gleichgewicht handeln mag, wurden diese aus Anpflanzungen hervorgegangenen Mischbestände aus *Robinia pseudoacacia* und weiteren sich spontan angesiedelten Laubgehölzen der subspontanen Vegetation zugeordnet.

Zum anderen können Mischbestände der Robinie mit anderen Pionierbaumarten durch natürliche Sukzession auf Brachflächen auch spontan entstehen. Solche Mischbestände bilden sich im Ruhrgebiet erst in jüngster Zeit durch Spontansukzession, da Verwilderungen der Robinie im Ruhrgebiet erst seit kurzem in dem Maße stattfinden, dass sich größere und dichte Bestände ausbilden (vgl. Kap. 8.1.5). Es sind also sowohl subspontane als auch spontane Entstehungswege für Mischbestände, in denen *Robinia pseudoacacia* mit anderen Laubbäumen vergesellschaftet auftritt, möglich. KOWARIK (2008) berichtet, dass die beiden Pionierbaumarten *Betula pendula* und *Robinia pseudoacacia* bei der Besiedlung auf ein und demselben Standort um dieselben Ressourcen wie Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren. Die Konkurrenzverhältnisse unter den Bäumen sind demnach entscheidend, welche Baumart sich möglicherweise im weiteren Verlauf der Sukzession durchsetzen wird.

Solche Mischbestände sollen hier gesondert behandelt werden, da es sich hierbei nicht um die typischen Halden-Aufforstungen mit *Robinia pseudoacacia* handelt (vgl. Kap. 8.1.5), sondern entweder um Anpflanzungen auf industriell geprägten Standorten mit anderer historischer Nutzungsgeschichte oder um spontan entstandene Bestände, an denen *Robinia pseudoacacia* einen hohen Anteil hat.

Ein Beispiel für *Robinia pseudoacacia*-Mischbestände stammt von der Untersuchungsfläche Zeche Constantin XI (Herne-Sodingen), einer sehr alten Industriebrache des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet, die schon 1931 stillgelegt wurde (s. Tab. 2). Hier existiert eine alte Bahntrasse, welche Kohlen der Zeche Constantin XI bis zum Verladehafen Friedrich der Große in Castrop-Rauxel transportierte. Die Bahnböschungen wurden im Zuge der Errichtung der Gleisanlage mit *Robinia pseudoacacia* auf Basaltschottern aufgeforstet. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung dieser Bestände siedelten sich jedoch auch andere Laubbäume wie *Betula pendula* und vor allem *Acer pseudoplatanus* an, welche einen Abbau der noch von Robinien dominierten Bestände andeuten (s. Vegetationstab. 11). In Spalten-Nr. 2 erreicht der Berg-Ahorn durch seinen weit ausladenden Kronenbau sogar eine höhere Artmächtigkeit als Robinie und Hänge-Birke (s. Vegetationstab. 11). Hier zeichnet sich folglich ebenfalls ein Baum-artenwechsel in Form der Ablösung der Robinie durch den nitrophytischen Berg-Ahorn an, wie es möglicherweise auch auf den kultivierten Halden-Standorten der Fall sein wird (vgl. Kap. 8.1.5).

Auffällig in diesem auf Basaltschotter stockenden Robinien-Birken-Ahorn-Wald ist das Auftreten zahlreicher Frischezeiger wie *Circaea lutetiana*, *Arum maculatum*, *Sambucus nigra*, *Ribes uva-crispa*, *Alnus glutinosa* sowie *Fallopia japonica*. Die Stickstoffversorgung kann als hoch eingestuft werden, was durch die hohe Artmächtigkeit von *Urtica dioica* var. *dioica* angezeigt wird. Neben dem Berg-Ahorn sind weitere Pioniergehölze wie *Salix caprea* und *Betula ×aurata* sowie Edellaubgehölze wie *Fraxinus excelsior* und *Carpinus betulus* bis in die zweite Baumschicht vorgedrungen. Durch die lang anhaltende Verwitterung des Ausgangssubstrates liegen die pH-Werte der Standorte mit 4,5 im sauren Bereich. In der Strauchschicht dominieren überwiegend Sippen der *Rhamno-Prunetea* wie *Crataegus monogyna* s.l., *Cornus sericea*, *Euonymus europaeus* sowie der Nitrophyt *Sambucus nigra* (s. Vegetationstab. 11).

Die Aufnahme eines sich spontan entwickelten Mischbestandes von *Robinia pseudoacacia* mit weiteren Laubbäumen stammt von der Untersuchungsfläche der Zeche Hannover III/IV/VI (Bochum-Günnigfeld). Ebenfalls wie bei den subspontanen Mischbeständen handelt es sich bei diesem Standort um eine ehemalige Bahntrasse mit Basalt- und Kalksteinschotter im oberflächennahen Untergrund. Der pH-Wert lag mit 5 nicht ganz so stark im sauren Bereich. Neben *Robinia pseudoacacia* spielt vor allem *Betula pendula* eine große Rolle am Aufbau und erreicht sogar noch eine größere Artmächtigkeit als *Robinia pseudoacacia* selbst (s. Vegetationstab. 12). Statt *Acer pseudoplatanus*, der nur in der Strauchschicht mit geringer

Artmächtigkeit vorkam, tritt in diesem Bestand dafür *Acer platanoides* in der zweiten Baumschicht Bestands bildend auf. Weitere Laubbäume sind *Salix caprea* und *Alnus incana*, die ebenfalls in der zweiten Baumschicht vertreten waren. Auffallend war in dieser Aufnahme ebenfalls wie bei den subspontanen Beständen die hohe Artmächtigkeit von *Sambucus nigra* sowie das Auftreten von *Rhamno-Prunetea-Arten* wie *Crataegus monogyna* s.l., *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Rubus armeniacus* sowie *Rosa canina* s.l. in der Strauchschicht. Besonders hervorzuheben ist die hohe Artmächtigkeit von *Rubus elegantispinosus* in der Aufnahme (s. Vegetationstab. 12). Bis auf *Dryopteris filix-mas* und *Humulus lupulus* traten keine weiteren *Querco-Fagetea*-Arten in der Krautschicht auf, vor allem kein Baumjungwuchs.

Wie sich dieser Bestand zukünftig weiterentwickeln wird ist schwer prognostizierbar. Möglicherweise können sich die in der Strauchschicht gut vertretenen Individuen von *Fraxinus excelsior* in der weiteren Waldentwicklung durchsetzen, wenn die noch von Pionierbäumen dominierte erste Baumschicht zusammenbricht.

8.1.7 *Populus tremula*-Gesellschaft

Seltener kommt es auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet statt der Ausbildung von *Betula pendula*- und/oder *Salix caprea*-dominierten Vorwaldbeständen zur Bildung von Vorwäldern mit Dominanz von *Populus tremula* (Zitter-Pappel). *Populus tremula* ist im Gegensatz zu *Betula pendula* und *Salix caprea* als Pioniergehölz neben der generativen Vermehrung durch große Mengen an leichten, flugfähigen Diasporen auch in der Lage, in Form von vegetativer Vermehrung durch unterirdische Wurzelsprosse freie und noch unbesiedelte Standorte schnell und erfolgreich zu besiedeln (DÜLL & KUTZELNIGG 1994). Die Fähigkeit, sich durch Ausläufer schnell gegenüber konkurrierenden Arten zu behaupten, kennzeichnen *Populus tremula* dadurch als Pioniergehölz (vgl. BÖCKER 1978; ASMUS 1980). Des Weiteren ist *Populus tremula* als Lichtholzart nicht in der Lage, sich unter ihrem eigenen Kronenschluss neu zu verjüngen (DÜLL & KUTZELNIGG 1994), so dass *Populus tremula*-Vorwälder ebenfalls nur ein temporäres Vorwaldstadium darstellen.

REIDL (1989) erwähnt für das Essener Stadtgebiet eine *Populus tremula*-Vorwald-Gesellschaft und unterschied dabei zwei Untereinheiten, welche in ihrem floristischen Inventar gänzlich voneinander abwichen. Eine Untereinheit trockener Standorte stammte dabei von einem Bahngelände mit sandigem Ausgangssubstrat und wies Arten wie *Poa*

compressa, *Cardaminopsis arenosa*, *Arenaria serpyllifolia* und andere in der Krautschicht auf. Eine zweite Untereinheit frischer und nährstoffreicher Standorte beschreibt REIDL (1989) von einem Haldenfuß, welche durch das Auftreten von *Sambucus nigra*, *Urtica dioica* var. *dioica* sowie *Dactylis glomerata* die bessere Nährstoffversorgung des Standortes widerspiegelte.

Die *Populus tremula*-Gesellschaft konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung lediglich von zwei der insgesamt 48 Untersuchungsflächen nachgewiesen werden, jeweils auf einer Stahlwerksbrache in Bochum (Westpark/Bochumer Verein) mit Bauschutt als anstehendem Ausgangssubstrat sowie am Fuße einer Bergehalde in Waltrop (Zeche Waltrop I/II) auf reinem Bergematerial (s. Abb. 12). Die kartierten Aufnahmen der *Populus tremula*-Gesellschaft differenzierten sich wie bei den Untersuchungen von REIDL (1989) ebenfalls in zwei deutlich voneinander unterscheidbare Untereinheiten mit sehr heterogener floristischer Zusammensetzung, welche daher durch Einzelaufnahmen dokumentiert werden sollen. In der Aufnahme der Bergehalde Waltrop trat *Salix alba* in der ersten Baumschicht als weitere Weichholzart in Erscheinung, die Aufnahme von der Stahlwerksbrache war durch das Auftreten von *Robinia pseudoacacia* als Begleiter in der ersten Baumschicht geprägt (s. Vegetationstab. 13 u. 14).

Die *Populus tremula*-Gesellschaft der Bergehalde Waltrop war durch das Auftreten sowohl von *Rhamno-Prunetea*-Arten als auch *Querco-Fagetea*-Arten gekennzeichnet (s. Vegetationstab. 13). In der Krautschicht traten ruderale Arten der *Artemisietea* (Ausdauernde Hochstaudenfluren), der *Galio-Urticetea* (Nitrophile Säume) sowie der *Epilobietea* (Schlagfluren) auf. Von Bedeutung sind hier das Auftreten von *Quercus robur* in Kraut- und Strauchschicht sowie von *Betula pendula* in der zweiten Baumschicht und der Strauchschicht, welche eine Weiterentwicklung des Bestandes zum *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwald) als wahrscheinlich erscheinen lassen. Mit *Hieracium sabaudum* agg. war eine charakteristische Art des Verbandes *Quercion roboris* (Bodensaure Eichenwälder) vertreten, *Poa nemoralis* trat als Klassencharakterart der *Querco-Fagetea* (Sommergrüne Laubwälder) mit einer Artmächtigkeit von 1 auf (s. Vegetationstab. 13). Als Magerkeitszeiger war das Moos *Dicranum scoparium* von Bedeutung, welches ebenfalls in bodensauren Eichenwäldern, z. B. auf Sandböden, verbreitet ist. In der Naturlandschaft gehören Vorwaldstadien mit *Populus tremula* und *Quercus robur* nach POTT (1995) zum Verband der Bodensauren Eichenmischwälder (*Quercion roboris*). Die *Populus tremula*-Gesellschaft stellt insofern nach POTT

(1995) ein Pionierstadium auf potentiellen Birken-Eichenwald-Standorten dar, ist also ein Glied innerhalb einer Suk-zessionsreihe in Richtung einer *Quercion roboris*-Gesellschaft, meist eines *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwald).

Die Aufnahme der *Populus tremula*-Gesellschaft von der Stahlwerksbrache Westpark / Bochumer Verein ist durch das Auftreten nichteinheimischer Gehölzarten wie *Robinia pseudoacacia*, *Cornus sericea*, *C. sanguinea*, *Cotoneaster rhederi*, *C. dielsianus*, *Viburnum lantana*, *Acer platanoides* sowie *A. pseudoplatanus* gekennzeichnet (s. Vegetationstab. 14). Es dominieren überwiegend *Rhamno-Prunetea*-Arten wie *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Betula ×aurata*, *Cornus sericea*, *C. sanguinea*, *Corylus avellana* sowie *Sorbus aucuparia* in der zweiten Baumschicht sowie Strauchschicht, jedoch treten mit *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides* sowie *Fraxinus excelsior* in der Strauchschicht auch Arten der *Querco-Fagetea* hinzu. Eine Prognose zur Weiterentwicklung des Bestandes gestaltet sich schwierig, auf Grund der Häufigkeit von *Acer pseudoplatanus* in der Krautschicht erscheint eine Entwicklung zu einer *Fagetalia*-Gesellschaft oder eines "Stadt-Ahornwaldes" mit einem hohen Anteil des Berg-Ahorns möglich. Synsystematisch lassen sich die ruderalen *Populus tremula*-Bestände auf Grund der Dominanz von *Rhamno-Prunetea*-Arten und weichholzigen Pioniergehölzen wohl am ehesten dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* zuordnen. Auch in der Datenbank "Floraweb" des BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2011) gehören *Populus tremula-Betula pendula*-Haine zum Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* sowie zur Formation der Gebüsche, Vorwälder und der anthropogenen Gehölzgesellschaften.



Abb. 12: *Populus tremula*-Gesellschaft am Fuße der Bergehalde Zeche Waltrop I/II (Waltrop)

8.1.8 *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft

Auch Anökophyten können lokal in beträchtlichem Maße am Aufbau spontan entstandener, synanthroper Gehölzvegetation auf Industriebrachen des Ruhrgebietes beteiligt sein. Im Ruhrgebiet sind es hauptsächlich anökophytische Pappel-Sippen, die Gehölz-Sukzessionsstadien in Form von Gebüschen und Vorwäldern aufbauen. Das Phänomen des Auftretens von anderen Pappel-Sippen als der häufigen ruderalen Sippe *Populus tremula* als Pioniergehölze auf Brachflächen und Ruderalstandorten ist auch aus dem Berliner Raum sowie aus England bekannt. So gibt KOWARIK (1995a) *Populus ×canadensis* als eine sehr häufig spontan auftretende Pappel auf Berliner Brachflächen an. GILBERT (1994) beschreibt aus England eine "Eisenbahnpappel", die ihren Namen dem Umstand verdankt, dass sie häufig an Hauptstrecken und Nebengleisen sowie an Bahnböschungen auftritt. Morphologisch ähnelt sie *Populus ×canadensis* "Regenerata". GILBERT (1994) verwies jedoch bereits darauf, dass es sich hierbei vermutlich um Hybriden und Rückkreuzungen zwischen *Populus nigra* und *P. deltoides* handelt.

Insgesamt treten Anökophyten im Ruhrgebiet vor allem in den Gattungen *Oenothera* (Nachtkerzen), *Epilobium* (Weidenröschen) und *Populus* (Pappeln) auf (KEIL & LOOS 2005c). Eine floristische Besonderheit stellen aus evolutionsbiologischer Sicht die anökophytischen Pappel-Hybriden dar, an deren (Mehrfach-)Bastardbildung vor allem die aus Osteuropa und Asien stammende *Populus maximowiczii* (Maximowicz-Pappel) sowie die gezüchtete *Populus nigra* var. "Italica" (Pyramiden-Pappel) beteiligt sind. Die Hybridisierungen gehen dabei sowohl aus kultivierten Individuen als auch bereits verwilderten Individuen hervor. In der Forstwirtschaft wurden und werden seit langer Zeit verschiedene Pappeln kultiviert, die ihrerseits bereits Kreuzungen darstellen, an denen unter anderem *Populus maximowiczii*, *Populus ×berolinensis*, *Populus trichocarpa* beteiligt sind. Solche Pappeln wurden entweder zur Holzproduktion oder aber auch als Zier-, Straßen- oder Parkbäume gepflanzt. Diese Pappeln verwildern in großem Maße an Flussufern und auf Industrieflächen (HAEUPLER & MUER 2007), dabei finden weitere Hybridisierungen statt (KOLTZENBURG 1999). Da diese neogenen Pappel-Hybriden in der Kulturlandschaft durch die Anpflanzung ihrer Elternsippen anthropogen entstanden und nicht in der Naturlandschaft verbreitet sind, müssen sie als echte Anökophyten eingestuft werden (KEIL & LOOS 2004a u. 2005c) (vgl. Kap. 5.3). Zudem können diese hybridogen entstandenen Pappel-Sippen als Endemiten des Ruhrgebietes eingestuft werden, da sie ausschließlich in diesem Raum verbreitet sind.



Abb. 13: *Populus maximowiczii*-Hybride auf dem Gelände der ehemaligen Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)



Abb. 14: *Populus nigra* cv. Italica-Hybride auf dem Gelände der ehemaligen Kokerei Zollverein (Essen-Katernberg)

KEIL & LOOS (2004b) betonen den auffälligen Anteil von *Populus maximowiczii*-Hybriden (s. Abb. 13) und *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden (s. Abb. 14) an der Sukzession zur Waldentwicklung auf Brachflächen im Ruhrgebiet, insbesondere auf den vormals industriell genutzten Flächen. Diese Pappel-Hybriden bilden für Industriebrachen des Ruhrgebietes typische Sukzessionsstadien (GAUSMANN & al. 2006). Dabei haben diese anökophytischen Pappel-Hybriden im Ruhrgebiet ihren Verbreitungsschwerpunkt speziell auf den größeren Brachflächen (KEIL & LOOS 2004a u. 2005c).

Die Situation der Pappel-Hybriden im Ruhrgebiet gestaltet sich hinsichtlich ihrer Determination als außerordentlich komplex. An der Bildung dieser Pappel-Hybriden sind zum Teil drei oder vier Elternsippen beteiligt, welche dann eine Ansprache der Pflanzen im Gelände anhand morphologisch-phänotypischer Merkmale so gut wie unmöglich machen und die Genese dieser Hybriden nicht mehr nachvollziehbar erscheinen lassen. Hier lassen nur noch genetische Untersuchungen gesicherte Rückschlüsse auf die Elternsippen dieser Hybriden zu, allerdings wurden bislang solche Untersuchungen kaum durchgeführt. Welche Arten, Hybriden und auch Sorten im Ruhrgebiet an der Bildung anökophytischer Pappel-Hybriden beteiligt sein können, gibt Tabelle 10 (Nomenklatur nach KOLTZENBURG 1999). Durch die

räumliche Nähe der spontan auftretenden Pappel-Hybriden zu ihren Eltern kommt es auch zu wiederholten Rückkreuzungen (Introgressionen), so dass es zur Ausbildung von Hybridschwärmen und Hybridkomplexen kommen kann (BLEEKER 2005). Diese weisen ebenfalls eine große morphologische und genetische Variabilität auf.

Tab. 10: Übersicht über die im Ruhrgebiet einheimischen sowie kultivierten und an der Entstehung von anökophytischen Pappel-Hybriden beteiligten Sippen (nach KEIL & LOOS 2005c; verändert; Nomenklatur nach KOLTZENBURG 1999)

Taxon	**Floristischer Status**
Populus ×berolinensis	Ergasiophyt
Populus ×canadensis cv. Gelrica	Ergasiophyt
Populus ×canadensis cv. Marilandica	Ergasiophyt
Populus ×canadensis cv. Regenerata	Ergasiophyt
Populus ×canadensis cv. Serotina	Ergasiophyt
Populus ×jackii cv. Gileadensis	Ergasiophyt
Populus maximowiczii-Hybriden	Ergasiophyten & spontan auftretende Anökophyten
Populus nigra cv. Italica	Ergasiophyt
Populus nigra s. str.	Indigenophyt
Populus balsamifera agg.	Ergasiophyt

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden diese anökophytischen Pappel-Hybriden in zwei größere, morphologisch eindeutig voneinander abgrenzbare Gruppen eingeteilt (*Populus maximowiczii*-Hybriden und *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden), wobei die Blattform als typisches Merkmal herangezogen wurde (s. Abb. 13 u. 14). Neben Hybriden aus zwei Sippen kann es auch zu Hybriden aus drei Sippen (Triplebastarde) oder sogar aus vier Sippen (Quadrupelbastarde) kommen. Diese Pappel-Hybriden fruchten reichlich und breiten sich selbstständig aus, obwohl es sich um Hybriden teils komplexen Ursprungs handelt (KEIL & LOOS 2004a). KEIL & LOOS (2005c) berichten von der Schwierigkeit, mit der die Schwarz-Pappeln und ihre Hybriden zu fassen sind. Neben der reinen Elternart *Populus nigra* s.str. tritt ebenso die Hybride zwischen ihr und *Populus nigra* cv. Italica spontan im Ruhrgebiet auf. Von der Morphologie ähneln diese Hybriden der Pyramiden-Pappel, da jedoch nur männliche Exemplare dieser Sorte gepflanzt werden, kann es sich bei spontan wachsenden Individuen nur um Hybriden handeln. Zudem hybridisiert die Pyramiden-Pappel mit den Sorten von *Populus ×canadensis* (KEIL & LOOS 2005c). Diese *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden finden sich auf fast allen Bahn- und Industriebrachen im Ruhrgebiet, treten aber selten in größerer Menge und dichte Bestände bildend, sondern meist als Begleiter in den spontanen Gebüschen

und Vorwäldern auf. Bei den *Populus maximowiczii*-Hybriden handelt es sich im Gegensatz zu den Schwarz-Pappel-Hybriden schon in ihren Kulturtypen um komplexe Hybriden (KEIL & LOOS 2005c). Sie treten als Klone, also eingeschlechtlich auf, wobei jeder wild wachsende Typ in der Regel drei verschiedene Vorfahren aufweist. Die *Populus maximowiczii*-Hybriden sind Hauptbildner der Pappel-Gebüsche und Pappel-Vorwälder der Ruhrgebietsbrachen (KEIL & LOOS 2005c), bilden auf diesen häufig dichte Bestände und dominieren dann Gebüsch- und Vorwaldstadien, oder aber solche Pappeln mischen sich zwischen andere Vorwaldgehölze wie *Betula pendula* oder *Salix caprea* und zeigen dann ein subdominantes Auftreten. Da der Ort der Sippengenese dieser sämtlichen Pappel-Hybriden und das Zentrum ihrer Verbreitung zweifelsohne im Ruhrgebiet liegen, haben diese Pappeln auch den Vernakularnamen "Ruhrgebietspappel" erhalten. Da sie in der Kultur- bzw. Industrielandschaft entstanden sind, sollten sie als indigen angesehen werden (vgl. KEIL & LOOS 2005c).

Hybrid-Pappel-Gebüsche und Hybrid-Pappel-Vorwälder, in denen anökophytische Pappel-Hybriden dominant waren, fanden sich im Rahmen der vorliegenden Untersuchung vor allem auf den größeren Industriebrachflächen (Sinteranlage Duisburg-Beek, Kokerei Hansa, Kokerei Zollverein) (s. Vegetationstab. 15 bis 17). Solche Bestände stockten hauptsächlich auf Eisenhüttenschlacken und Kalksteinschotter, welcher stellenweise mit erhärtetem Kokerei-schlamm durchmengt war. Der Bodentyp ließ sich als initialer Rohboden (Regosol) cha-rakterisieren, der zum Teil mit epigäischen Moosen und Flechten besiedelt war (s. Vegetationstab. 15). Die pH-Werte lagen im neutralen Bereich (pH 7). Einen Überblick über Gebüsche und Vorwälder der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft geben die Vegetationstabellen III bis V. Vor allem die *Populus maximowiczii*-Hybriden sind zu einem schnellen Höhenwachstum befähigt und bilden daher meist die erste Baum- oder Strauch-schicht. Auch in den noch relativ jungen, ca. 15-20 Jahre alten Hybridpappel-Gebüschen traten mit *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* und *A. pseudoplatanus* die ersten Edellaubgehölze in der Krautschicht auf (s. Vegetationstab. 15), wenn auch nur recht spärlich. Bereits ebenfalls vertreten, aber genauso selten, war *Quercus robur*.

Bei den Hybrid-Pappel-Gebüschen und Hybrid-Pappel-Vorwäldern handelt es sich um einen Vegetationstyp, welcher bislang noch in keiner Weise in der Literatur beschrieben und nur unzureichend untersucht wurde, was in der Problematik der schwer bestimmbaren Pappel-Hybriden begründet liegt. Beteiligt sind am Aufbau dieser Gebüsche – und bei zunehmendem Alter der Bestände auch Vorwälder (s. Vegetationstab. 15 bis 17) – neben den Pappel-

Hybriden überwiegend weichholzige Salicaceen wie *Populus alba*, *P. tremula*, *Salix caprea*, *S. alba*, *S. ×reichardtii*, *S. viminalis* sowie Betulaceen wie *Betula pendula*, *B. ×aurata*, *Alnus incana* und *A. glutinosa*. *Betula pendula* erreicht zwar in den untersuchten Beständen ebenfalls eine hohe Artmächtigkeit (s. Vegetationstab. 15), jedoch nicht in dem Maße wie die dominanten *Populus maximowiczii*-Hybriden. Der hohe Anteil von *Buddleja davidii* in der Strauchschicht dieser Bestände lässt den Schluss zu, dass sich diese Hybridpappel-Bestände aus der *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft bei zunehmendem Reifegrad entwickeln. *Betula pendula* kann offensichtlich mit dem schnellen Höhenwachstum der *Populus maximowiczii*-Hybriden nicht mithalten und wird von diesen überwachsen. Besiedelt werden von der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft vorwiegend trockene Substrate wie Eisenhüttenschlacken und Kokereiablagerungen.

Eine interessante pflanzenphysiologische Beobachtung konnte an den Hybridpappel-Gebüschbeständen simultan auf den Untersuchungsflächen Kokerei Hansa und Kokerei Zollverein während der Vegetationsperiode des Jahres 2010 gemacht werden. Während einer Trockenperiode im Frühjahr 2010 von April bis Juni mit nur 104 mm Niederschlag im Ruhrgebiet (RESEARCH GROUP CLIMATOLOGY RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM 2010) zeigte *Betula pendula* deutliche Anzeichen von Trockenstress wie Blattnekrosen und Blattabwurf, während die Pappel-Hybriden eine uneingeschränkte Vitalität aufwiesen. In Verbindung mit dem schlechten Wasserhaltevermögen der Rohböden und dem Wasser durchlässigem Substrat (Eisenhüttenschlacken, Kalksteinschotter, Kokereiablagerungen) sind möglicherweise solche anökophytischen Pappel-Hybriden besser an trockenwarme Standorte adaptiert als *Betula pendula* und können Trockenstress besser ertragen. Es liegt die Vermutung nahe, dass *Populus maximowiczii*-Hybriden auf solchen Extremstandorten konkurrenzfähiger als *Betula pendula* sind. Die Untersuchungsflächen Kokerei Hansa, Kokerei Zollverein und Kokerei Amalia waren außerdem mit Polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) kontaminiert. Inwiefern sich toxische Belastung auf die Physiologie und das Wachstum der Bäume auswirkt und ob es dadurch zu Veränderungen in den Konkurrenzverhältnissen der Gehölze kommt, ist unklar und noch weitgehend unerforscht. Von *Betula pendula* ist zumindest bekannt, dass sie eine gewisse Resistenz und Anpassung gegenüber Schwermetallen zeigt und dementsprechende Standortrassen ausbilden kann (JOACHIM 1994).

Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Alnus incana* in den Aufnahmen des Gebüschstadiums. Die Sippe war in acht Vegetationsaufnahmen in der Strauchschicht vertreten und ist damit ebenfalls am Aufbau des Gebüschstadiums der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft beteiligt. Primar besiedelt *Alnus incana* Hartholz-Auenwälder der Gebirgsbäche und Alpenflüsse und hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Kalkgebieten im südlichen und östlichen Deutschland (OBERDORFER 1994). Als Bodenfestiger und –verbesserer mit Wurzelbrutbildung wird *Alnus incana* gerne als Vorholz im Waldbau angepflanzt. Vermutlich wird ihr Auftreten auf den Industriebrachstandorten durch den hohen pH-Wert des Rohbodens bzw. Ausgangssubstrates (Kalksteinschotter) begünstigt. Schwierig ist es, zum jetzigen Zeitpunkt den weiteren Sukzessionsverlauf des Gebüschstadiums der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft zu prognostizieren. Die Strauchschicht wird weitestgehend von *Rhamno-Prunetea*-, *Salicetea purpureae*- und *Alnetea*-Arten bestimmt. In der Krautschicht konnten jedoch erste Laubgehölze der *Querco-Fagetea* wie z. B. *Quercus robur* und *Acer pseudoplatanus* beobachtet werden. Im jungen Vorwaldstadium der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft konnten zwei verschiedene Varianten ausdifferenziert werden: eine Variante mit Dominanz von *Populus maximowiczii*-Hybriden in der ersten Baumschicht und spärlich ausgebildetem Kryptogamenbewuchs sowie eine Variante mit anderen Pioniergehölzen bzw. Weichhölzern wie *Populus alba*, *P. tremula*, *Betula pendula* und *Salix caprea* und einer Häufung von Kryptogamen in Moos- und Flechtenschicht.

Obwohl die Vegetationsaufnahmen von den verschiedenen Altersstadien der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft insgesamt recht heterogen sind, lassen sich doch einige wesentliche gemeinsame Merkmale ableiten. Auffallend ist, dass *Rubus*-Sippen, welche in den Birken-dominierten Vorwäldern sonst omnipräsent sind, in den Hybrid-Pappel-Vorwäldern so gut wie keine Rolle spielen. Lediglich *Rubus armeniacus*, *R. elegantispinosus*, *R. adornatoides* und *R. corylifolius* agg. traten mit geringer Artmächtigkeit und Stetigkeit in den Aufnahmen auf (vgl. Vegetationstab. 15 bis 17). Auf Grund der hohen Stetigkeiten von *Artemisietea*-Arten wie *Hypericum perforatum*, *Senecio inaequidens* und *Solidago gigantea* ist es wahrscheinlich, dass die *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft aus vormaligen *Artemisietea*-Gesellschaften entstanden ist, welche ihrerseits wiederum von der *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft abgelöst wurden.

Zweifelsohne handelt es sich bei der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft um einen Vegetationstypen, welcher in zweierlei Hinsicht ohne das menschliche Wirken nicht

entstanden wäre: zum einen, weil die Hybridbildung erst durch die Anpflanzung der Elternsippen in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander erfolgen konnte, zum anderen, weil die Gesellschaft Standorte besiedelt, welche ohne die historischen, wirtschaftlich-technischen Aktivitäten im Ruhrgebiet in der jetzigen Form gar nicht existieren würden. Es handelt sich bei der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft demnach um einen industrietypischen Vegetationstyp, der gewissermaßen eine regionale Besonderheit darstellt. Aus diesem Grunde sind diese Bestände erhaltenswert, da sie die industriellen Aktivitäten des Menschen im Ruhrgebiet widerspiegeln. Es gilt daher aus pflanzengeographischer Sicht, diese regionalen Besonderheiten herauszustellen und – zumindest in Anteilen – zu bewahren.

8.2 Industriewälder auf Brachflächen der Montanindustrie

Industriebrachen der Montanindustrie sind in erster Linie durch die bei der Kohleförderung und Koksproduktion angefallenen Ausgangssubstrate wie Berge (teilweise mit Kohlerückständen), Kokereischlämmen, Kokereigrus und andere Substrate gekennzeichnet (vgl. Kap. 6.3). Diese stellen neben den lokalklimatischen Verhältnissen die für die Ausbildung der Vegetation wichtigsten abiotischen Standortfaktoren dar. Da so gut wie alle Zechen im Ruhrgebiet über eine gut ausgebildete Bahninfrastruktur zum weiteren Abtransport der Kohle verfügten, weisen Brachflächen der Montanindustrie oftmals in Teilflächen den Charakter von Bahnbrachen auf. An solchen Sonderstandorten finden sich dementsprechend typische Substrate, welche zum Bau der Gleiskörper verwendet wurden, wie z. B. Basalt- und Kalkschotter, Eisenhüttenschlacken, aber auch Bergematerial. Durch diesen Umstand wird eine klare ökologische Abgrenzung zwischen typischen Industriewäldern auf Brachflächen der Montanindustrie und denen der Bahnbrachen im Ruhrgebiet erschwert. Legt man bei der vergleichenden Betrachtung der Industriebrachen einen ökologischen Schwerpunkt auf das Ausgangssubstrat Berge, so prägen am Anfang der Pedogenese Nährstoffarmut und im weiteren Verlauf der Verwitterung des Ausgangsmaterials auch saure Verhältnisse die vorherrschenden edaphischen Standortbedingungen, kombiniert mit einem zumeist schlechten Wasserhaltevermögen des durchlässigen Bergematerials. Auf solchen nährstoffarmen Standorten mit initialen Rohböden stellt sich häufig die *Betula pendula*-Gesellschaft ein, die weitestgehend durch das Fehlen von *Salix caprea* gekennzeichnet ist und die als Fragmentgesellschaft des *Salicetum capreae* angesehen werden kann (vgl. Kap. 8.1.3). Durch die Kombination der zuvor beschriebenen Standortfaktoren kann es auf Zechenbrachen und Bergehalden zur Ausbildung von mageren Ausprägungen der *Betula pendula*-Gesellschaft

kommen, die dann durch Magerkeitszeiger wie *Aira praecox*, *Myosotis ramosissima*, *Erophila verna*, *Rumex acetosella* und weiteren Sippen sowie Säurezeiger wie z. B. *Sorbus aucuparia*, *Ilex aquifolium*, *Teucrium scorodonia*, *Deschampsia flexuosa* und *Polytrichum formosum* gekennzeichnet sind. Auch das *Hieracio-Betuletum* kann sich auf solchen Standorten einstellen. Verbessern sich die edaphischen Bedingungen durch eine fortschreitende Bodenbildung, ist auch *Salix caprea* in der Lage, ältere Brachenstandorte der Montanindustrie – meist gemeinsam mit *Betula pendula* – zu besiedeln. Dann kann es zur Ausbildung der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft (ohne *Epilobium angustifolium*) kommen, welche ebenfalls eine Fragmentgesellschaft des *Salicetum capreae* darstellt (vgl. Kap. 8.1.2). Jedoch ist auch eine Entwicklung zum *Salicetum capreae* möglich, wenn *Epilobium angustifolium* in den Beständen vorhanden ist.

Einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt auf ehemaligen, stillgelegten Kokereistandorten zeigt die *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft, die im Rahmen dieser Arbeit hauptsächlich von den Restflächen der ehemaligen Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg), der Kokerei Amalia (Bochum-Werne), der Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel) sowie der Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde) nachgewiesen werden konnte. Besiedelt werden von dieser im Ruhrgebiet endemischen Gesellschaft in erster Linie basenreiche bis neutrale Ausgangssubstrate wie Kalksteinschotter, Kokereischlämme, Bauschutt und Eisenhüttenschlacken sowie Standorte, die durch eine angespannte Wassersituation gekennzeichnet sind.

Sehr selten dagegen sind auf Brachflächen der Montanindustrie im Ruhrgebiet reine Vorwälder und Dominanzbestände aus *Populus tremula*. Im Rahmen dieser Arbeit konnte ein solcher Bestand durch eine Einzelaufnahme als ranglose Gesellschaft in Form der *Populus tremula*-Gesellschaft von einer einzelnen Bergehalde dokumentiert werden. Die Gesellschaft besiedelt auf Brachflächen der Montanindustrie bodensaure Standorte und ist bereits durch das Vorkommen von Arten des Verbandes *Quercion robori-petraeae* (bodensaure Eichenwälder) wie *Hieracium sabaudum* agg. gekennzeichnet. Eine Weiterentwicklung in Richtung eines *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwaldes) aus solch spontan entstandenen Zitter-Pappel-Beständen ist wahrscheinlich, womit die *Populus tremula*-Gesellschaft auf Bergehalden als Pionierstadium des *Betulo-Quercetum* anzusehen ist.

Des Weiteren sind die Bergehalden des Ruhrgebietes häufig durch künstlich angelegte Bepflanzungen mit *Robinia pseudoacacia* gekennzeichnet. Solche Robinienforste zeichnen sich

durch den Stickstoffimport der mit *Robinia pseudoacacia* in Symbiose lebenden Wurzelknöllchenbakterien häufig durch eine nitrophile Begleitflora aus. Die Dominanz von den auf Industriebrachflächen des Ruhrgebietes häufigsten *Rubus*-Sippen wie *Rubus elegantispinosus* und *R. armeniacus* in der Krautschicht solcher Robinienforste ist typisch, ebenso wie das frequente Auftreten des Nitrophyten *Sambucus nigra*. Durch pflanzensoziologische Aufnahmen konnten die Robinienforste auf Bergehalden zum überwiegenden Teil einer ranglosen *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft zugeordnet werden. Die künstlich begründeten Robinienforste sind jedoch ebenso wie die spontanen, Birken-dominierten Industriewälder nur als Pionierwälder anzusehen. Als Folgebaumart in den Robinienforsten auf Bergehalden im Ruhrgebiet tritt vor allem die Stickstoff liebende Halbschattholzart *Acer pseudoplatanus* in Erscheinung, so dass eine Weiterentwicklung der Robinienforste in Richtung einer *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft wahrscheinlich ist.

8.3 Industriewälder auf Brachflächen der Stahlindustrie

Industriebrachflächen der Stahl verarbeitenden Industrie sind in erster Linie durch basische Abfallprodukte, die bei der Stahlerzeugung anfielen, charakterisiert. Diese Abfallprodukte in Form von Eisenhüttenschlacken und Eisenhüttenbims wurden entweder ebenfalls wie das Bergematerial zu größeren Halden aufgeschüttet, oder aber großflächig auf den Arealen der ehemaligen Produktionsstätten verteilt. Nicht selten fanden sie auch Verwendung für den Bau von Bahntrassen. Solche Ausgangssubstrate der Stahl verarbeitenden Industrie sind durch einen kalksilikatischen Chemismus gekennzeichnet (vgl. Kap. 6.3) und stellen bei der Pedogenese zunächst eine für das Pflanzenwachstum günstige Basenversorgung bereit, sofern sich die Abfallprodukte nicht durch ein extremes alkalisches Milieu auszeichnen und dann lebensfeindlich für den pflanzlichen Bewuchs sind.

Auch auf Restflächen der Stahlindustrie im Ruhrgebiet ist *Betula pendula* die häufigste und dominanteste Pionierbaumart. So stellen Birken-dominierte Vorwälder den größten Teil der spontanen Industriewälder auf Stahlindustriebrachen. Meist gesellen sich jedoch bedingt durch die im Vergleich zu Standorten mit Bergematerial bessere Nährstoffversorgung zur Hänge-Birke noch weitere Pionierbaumarten wie *Salix caprea*, *S. alba*, *Populus tremula*, *P. alba* und Anökophyten wie *Populus maximowiczii*-Hybriden und *P. nigra* cv. Italica-Hybriden. Daher sind Mischbestände wie beispielsweise die *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft auf solchen Standorten nicht selten (vgl. Kap. 8.1.2). Auch das *Salicetum*

capreae ist auf Stahlindustriebrachen im Ruhrgebiet häufig anzutreffen. Ist die Stickstoff-versorgung der Standorte ungünstig, kann es auch zur Ausbildung des *Hieracio-Betuletum* auf Stahlindustriebrachen als weiterer Vorwald-Gesellschaft kommen (vgl. Kap. 8.1.4). Selten sind auf solchen Flächen Dominanzbestände aus anderen Pionerbaumarten als der Hänge-Birke. So konnte lediglich durch eine Einzelaufnahme auch die *Populus tremula*-Gesellschaft auf einer Stahlwerksbrache nachgewiesen werden.

Vereinzelt sind auch die Schlackenhalden im Ruhrgebiet mit Initialpflanzungen aufgeforstet worden, wobei auch hier überwiegend die Robinie Verwendung fand. Diese Bestände sind ebenfalls durch Nitrophyten, aber auch durch Dominanz von Neophyten wie *Solidago canadensis* charakterisiert und lassen sich je nach Auftreten oder Fehlen von *Sambucus nigra* entweder als *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft oder als weitere ranglose Gesellschaft in Form der *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft typisieren (vgl. Kap. 8.1.5).

8.4 Industriewälder auf Brachflächen der Bahninfrastruktur

Brachflächen der Bahninfrastruktur im Ruhrgebiet zählen vermutlich zu dem Brachentyp mit den heterogensten edaphischen Bedingungen, verursacht durch eine Ausstattung mit den unterschiedlichsten Substrattypen, welche zum Bau der Gleiskörper verwendet wurden (vgl. Kap. 6.3). Als Baumaterial wurden so gut wie alle Abfallprodukte der Montanindustrie verwendet, welche zum Zeitpunkt der Errichtung der Bahnanlagen zur Verfügung standen, wie Bergematerial, Eisenhüttenbims, Kokereigrus und ähnliche Materialien. Zusätzlich wurde importiertes Gesteinslockermaterial wie Basalt- und Kalksteinschotter aus anderen Naturräumen für die Errichtung der Bahngleise verwendet. Nachträglich kam es durch den Gütertransport zusätzlich zur Deposition von organischen Stäuben, welche die Poren im Ausgangssubstrat und den entwickelten Rohböden verfüllten.

Ebenso wie auf Zechen- und Stahlwerksbrachen dominieren auf den untersuchten Bahnbrachen Bestände der ubiquitären, anspruchslosen Pionierbaumart *Betula pendula*. Nicht selten tritt *Salix caprea* in den Beständen hinzu, so dass es zur Ausbildung der *Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft kommen kann. Auch das *Salicetum capreae* konnte von Bahnbrachflächen im Ruhrgebiet nachgewiesen werden, so z. B. vom ehemaligen Güterbahnhof Bochum-Weitmar und vom ehemaligen Sammelbahnhof Essen-Frintrop (vgl. Anhang IX).

Im Randbereich der Bahntrassen kam es im Ruhrgebiet häufig zur Anpflanzung der nicht-einheimischen Art *Robinia pseudoacacia*, so dass sich entlang der Bahnstrecken weit verbreitet linear ausgebildete Bestände der Robinie finden. Da auch im Ruhrgebiet *Robinia pseudoacacia* von den angepflanzten Vorkommen spontan verwildert, dienten die unmittelbar in der Nähe befindlichen Bahngleise als Wanderwege, so dass die Robinie im Ruhrgebiet als Eisenbahnwanderer eingestuft werden kann, deren Ausbreitung in der Region noch nicht abgeschlossen ist. Solche gepflanzten Robinienbestände unterliegen hinsichtlich ihrer syndynamischen Entwicklung ebenso wie auf den bepflanzten Haldenstandorten einer Weiterentwicklung, die sich in Form einer Einwanderung von weiteren, z. T. einheimischen Pionierbaumarten wie *Betula pendula* äußert. So kann es zunächst als Sukzessionsprodukt zu subspontanen Mischbeständen von *Robinia pseudoacacia* mit anderen großwüchsigen Laubbaumarten kommen, wobei *Betula pendula* und *Acer pseudoplatanus* auf Grund ihres großen Diasporenpotentials im Ruhrgebiet in diesen Beständen häufig gemeinsam mit *Robinia pseudoacacia* auftreten können.

8.5 Ergebnisse quantitativer Untersuchungen

Gemittelte Deckung

Durch Berechnung der gemittelten Deckung (vgl. Kap. 5.2) wird die dominante Rolle von *Betula pendula* am Aufbau der spontanen Industriewälder des Ruhrgebietes ersichtlich, lediglich *Salix caprea* erreicht des Weiteren einen höheren quantitativen Mengenanteil in den untersuchten Pionierwäldern (s. Abb. 15). Es wird erkenntlich, dass in den spontanen Industriewäldern noch Weichhölzer wie *Betula pendula* und *Salix caprea* dominieren. Andere weichholzige Pionierbaumarten wie *Populus tremula*, *Betula ×aurata* und *Salix alba* spielen mengenmäßig nur eine untergeordnete Rolle oder sind von speziellen edaphischen Bedingungen der Standorte abhängig, so z. B. *Salix alba*, welche auf basenreichen, lehmigen und frischen bis feuchten Standorten am Bestandsaufbau der Industriewälder beteiligt sein kann (vgl. Kap. 7.3). Auch andere Pioniergehölze, die in der Lage sind, Ruderalstandorte erfolgreich zu besiedeln, wie *Robinia pseudoacacia*, *Populus maximowiczii*-Hybriden, *Sorbus aucuparia* und *Crataegus monogyna* s.l., spielen im Vergleich zu *Betula pendula* nur eine geringe Rolle am Aufbau der natürlich aufgewachsenen Industriewälder.

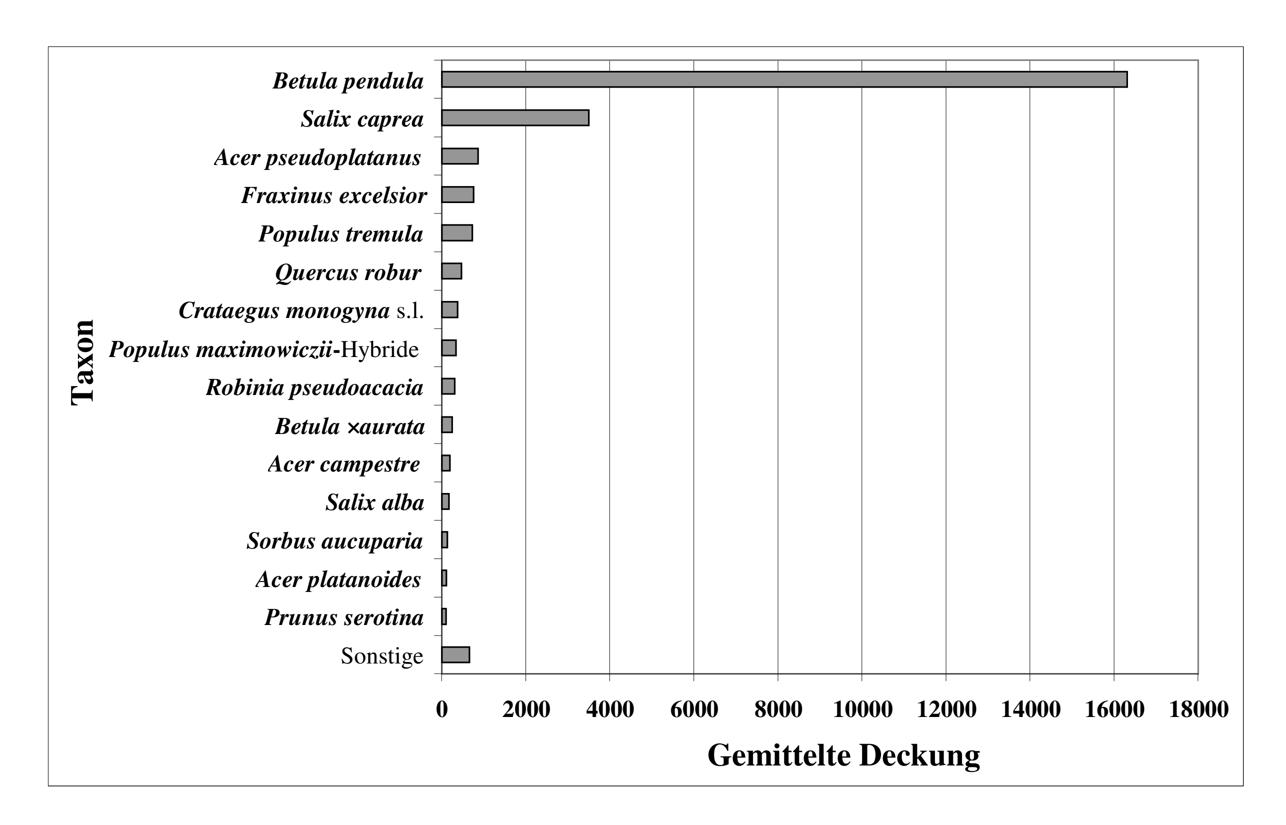


Abb. 15: Gemittelte Deckung der 15 dominantesten Makro-Phanerophyten in spontan entstandenen Industriewäldern des Ruhrgebietes

Gleichzeitig zeigen die Untersuchungen, dass Harthölzer wie *Quercus robur*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior*, zum jetzigen Zeitpunkt zwar eine hohe Stetigkeit aufweisen (vgl. Anhang II), jedoch nur wenig am Bestandsaufbau der Industriewälder beteiligt sind. Die Stetigkeit der großwüchsigen Laubgehölze der *Querco-Fagetea* verhält sich also nicht kongruent zu ihrer quantitativen Bedeutung am Aufbau der spontanen Industriewälder. Hier kommt auch die zeitliche Sukzessionsentwicklung zum Ausdruck, da diese Sippen ihren Schwerpunkt rezent noch in der Kraut- und Strauchschicht der Industriewälder haben und noch nicht bis in die Baumschicht vorgedrungen sind (vgl. Abb. 38 sowie Kap. 8.7.2 u. 9.7).

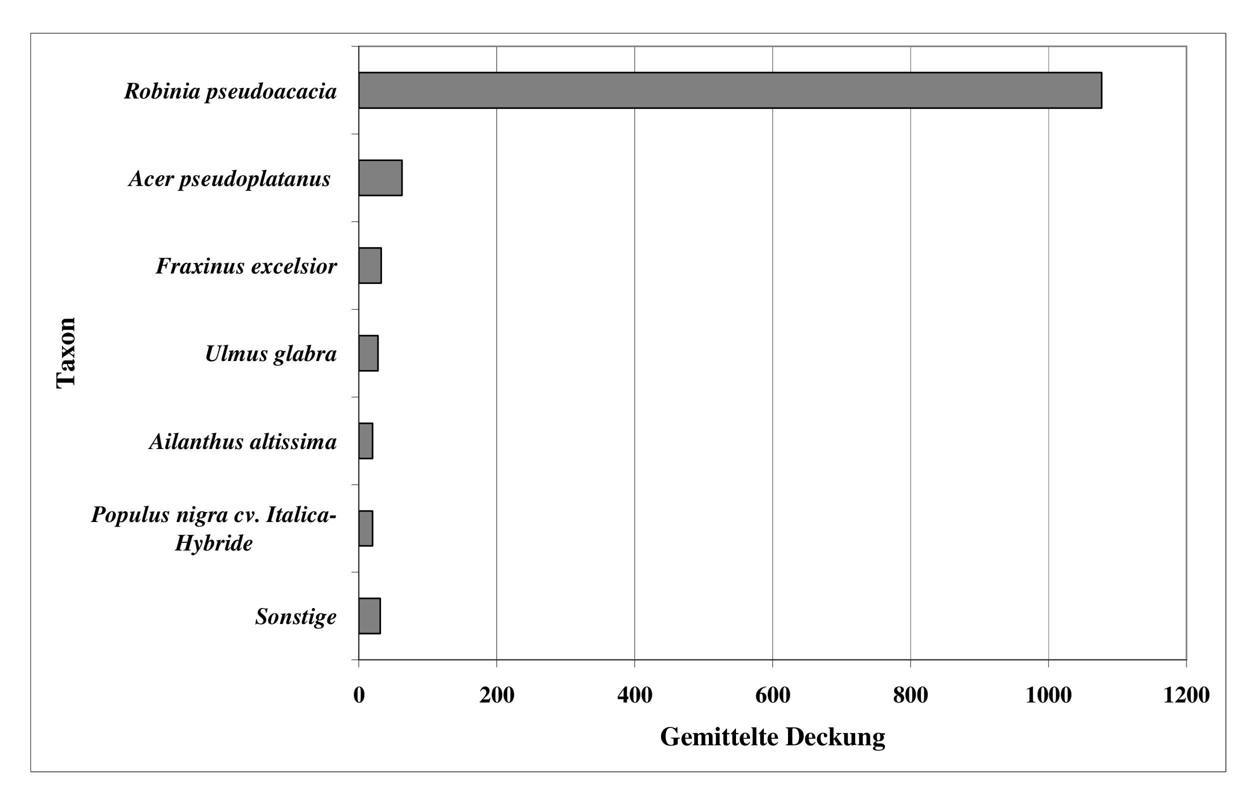


Abb. 16: Gemittelte Deckung der sechs dominantesten Makro-Phanerophyten in Robinienforsten auf Haldenstandorten im Ruhrgebiet

In den untersuchten Robinienforsten kommt die Dominanz von *Robinia pseudoacacia* eindrucksvoll zum Ausdruck (s. Abb. 16). Andere großwüchsige Laubbäume spielen noch weitestgehend eine untergeordnete Rolle. Nach *Robinia pseudoacacia* kommt aber bereits *Acer pseudoplatanus* eine gewisse Bedeutung zu, und auch *Fraxinus excelsior* könnte bei der zukünftigen Weiterentwicklung der Bestände ebenso wie *Acer pseudoplatanus* die Position der nachfolgenden Baumart einnehmen. Der Anteil von *Ulmus glabra* in den Beständen geht fast ausschließlich auf Aufforstungen auf den jeweiligen Haldenstandorten zurück, auch wenn eine von den kultivierten Exemplaren ausgehende spontane Verjüngung in den Beständen beobachtet werden konnte. Auffällig ist bei den untersuchten Robinienforsten, dass im Gegensatz zu den Untersuchungen aus dem Berliner Raum, wo *Acer platanoides* neben *A. pseudoplatanus* eine große Rolle in den Robinien-Beständen spielt (KOWARIK 1992b), der Spitz-Ahorn nur in wenigen Aufnahmen – und dort auch nur in der Krautschicht – nachgewiesen werden konnte (vgl. Vegetationstab. 10). Statt *Acer platanoides* trat dafür *Fraxinus excelsior* in für die Waldentwicklung bedeutsamer Menge auf (s. Abb. 16). Hier könnten womöglich auch klimatische Faktoren zur Wirkung kommen, und zwar in der Form, dass *Fraxinus excelsior* eher im subatlantischen Klimabereich ein größeres Potential zum

Eindringen in Robinien-Bestände besitzt und dies möglicherweise bei *Acer platanoides* eher im subkontinentalen Klimabereich der Fall ist (vgl. Kap. 7).

Räumlich-quantitative Analyse der Flora spontaner Industriewälder

Um zu untersuchen, welche Sippen und Kombinationen von Sippen am häufigsten in den spontanen Industriewäldern und den untersuchten Industriebrachflächen auftraten, wurde eine Frequenzanalyse zur Frequenz der einzelnen Arten in den untersuchten Brachflächen durchgeführt. Sie basiert weitgehend auf Präsenz/Absenz-Beziehungen und soll darstellen, welche Sippen am häufigsten auf den untersuchten Brachflächen auftraten. Es flossen alle Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder in die Auswertung mit ein, so dass sich eine Grundgesamtheit an Untersuchungsflächen von n = 48 ergibt (vgl. Kap. 5.1).

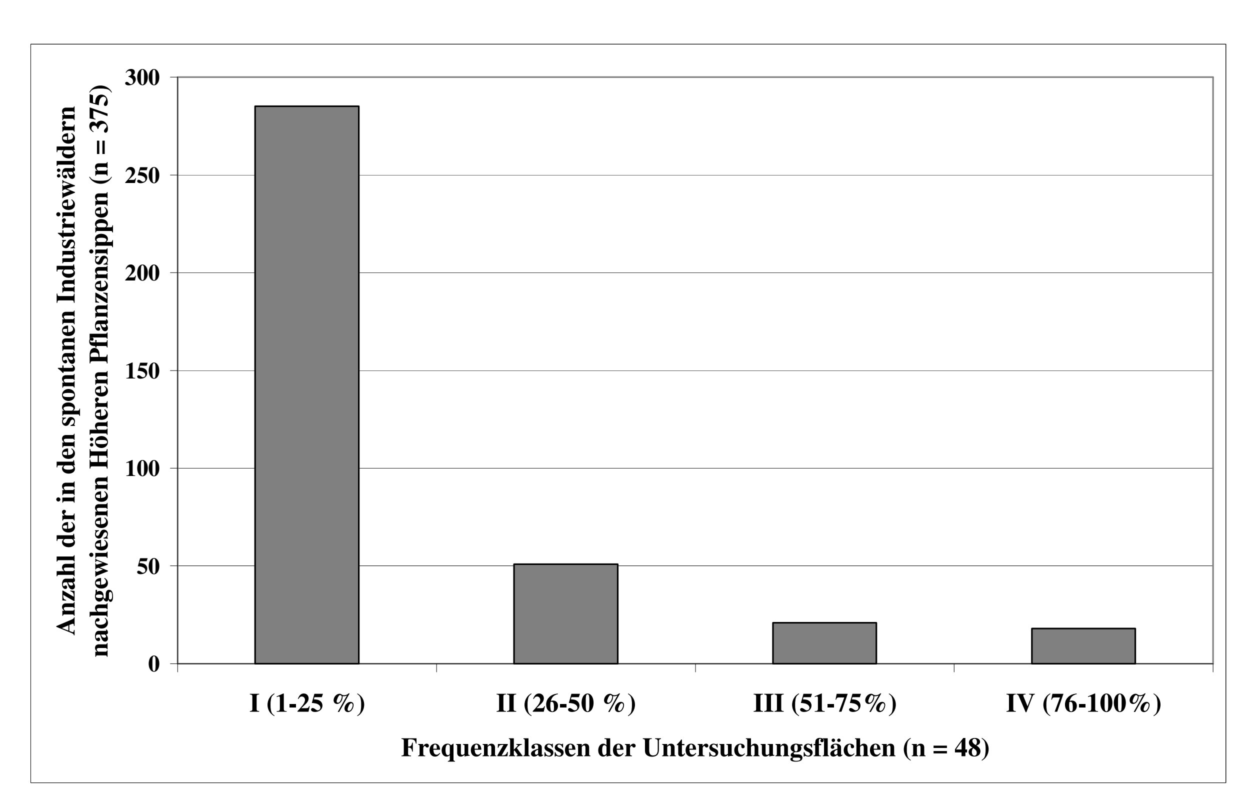


Abb. 17: Frequenz der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Höheren Pflanzensippen (n = 375) in den untersuchten Brachflächen (n = 48)

Der überwiegende Teil der Höheren Pflanzen, nämlich 285 Sippen, traten auf nur einer bis zwölf (= 1-25 %) der Untersuchungsflächen auf (s. Abb. 17). Dieses Ergebnis belegt den Umstand, dass der allergrößte Teil der Gefäßpflanzensippen anscheinend nur zufällig auf die Brachflächen gelangt. Im Umkehrschluss könnte man diese floristische Heterogenität auch so interpretieren, dass womöglich nur ein begrenztet Anteil der im Ruhrgebiet vorkommenden

Gefäßpflanzensippen in der Lage sind, die Brachflächen zu erreichen oder dauerhaft zu besiedeln. Insgesamt 51 Sippen kamen in Frequenzklasse II auf 13 bis 24 Untersuchungsflächen (= 26-50 %) vor. Ein weitaus geringerer Anteil, nämlich 21 Sippen, kamen auf 25 bis 36 (= 51-75 %) der Untersuchungsflächen vor (s. Abb. 17). Zu dieser Frequenzklasse III gehören *Acer platanoides*, *Agrostis capillaris*, *Calamagrostis epigejos*, *Carpinus betulus*, *Cornus sanguinea*, *Dactylis glomerata*, *Dryopteris filix-mas*, *Epilobium ciliatum*, *Epipactis helleborine*, *Euonymus europaeus*, *Geum urbanum*, *Holcus lanatus*, *Hypericum perforatum*, *Lonicera xylosteum*, *Poa angustifolia*, *P. nemoralis*, *Populus tremula*, *Prunus serotina*, *Quercus rubra*, *Ribes rubrum* und *Rubus camptostachys* Mit Frequenzklasse IV (= 76-100 % der Untersuchungsflächen) stellen 18 Sippen gewissermaßen den floristischen Hauptkomponentenblock der spontanen Industriewälder. Zu dieser Gruppe, deren Vertreter am häufigsten in den Untersuchungsflächen auftraten, gehören *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *B. ×aurata*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna* s.l., *Epilobium angustifolium*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Rosa canina* s.l., *Rubus armeniacus*, *R. elegantispinosus*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Urtica dioica* var. *dioica* und bemerkenswerter Weise auch bereits *Quercus robur*.

8.6 Ergebnisse qualitativer Untersuchungen

8.6.1 Statusverteilung

Der Natürlichkeitsgrad von Flora und Vegetation wird in hohem Maße durch das Verhältnis zwischen einheimischen und nichteinheimischen Sippen bestimmt. Bezüglich der Einwanderungszeit wiesen die spontanen Industriewälder des Ruhrgebietes einen Anteil von 56,44 % einheimischer und 43,02 % nichteinheimischer Sippen auf, in den untersuchten Robinienforsten waren die einheimischen Sippen mit 55,32 % sogar noch etwas weniger vertreten (s. Abb. 18). Bei 0,52 % des Sippeninventars spontaner Industriewälder und 1,06 % der Robinienforste war es als zweifelhaft einzustufen, ob diese Sippen jemals im zentralen Ruhrgebiet indigen waren. Hierbei handelt es sich konkret um die Sippen *Quercus petraea* und *Ulmus glabra* in den spontanen Industriewäldern und ebenfalls *Ulmus glabra* in den Robinienforsten (vgl. Anhang II u. III). Vermutlich waren diese nur im zum Süderbergland gehörenden Teil des Ruhrgebietes indigen, wo sie Anteil am Aufbau von Hang- und Schluchtwäldern haben. Bezüglich der Einwanderungszeit stellen von den nichteinheimischen Sippen in den spontanen Industriewäldern die Coloneophyten den größten Anteil mit 15,72 %,

gefolgt von den Neophyten (11,08 %), Industriophyten (9,79 %) und Archäophyten (6,44 %). In den Robinienforsten sind mit 13,03 % sowohl die Neophyten als auch die Industrieophyten gleichermaßen die stärkste Gruppe der nichteinheimischen Sippen, gefolgt von den Coloneophyten (10,64 %) und den Archäophyten (5,32 %) (s. Abb. 18).

Da es unter Gesichtpunkten des Natürlichkeitsgrades anthropogen geprägter Gehölzbestände von besonderem Interesse ist, wie sich das Verhältnis zwischen indigenen und nichteinheimischen Baumarten gestaltet, wurde die Einwanderungszeit für die in den Industriewäldern nachgewiesenen Makro-Phanerophyten separat dargestellt. Indigene Baumarten machen in den spontanen Industriewäldern nur 37,68 % und in den Robinienforsten 46,15 % des Bauminventars aus (s. Abb. 19). Die größte Gruppe der nichteinheimischen Arten stellen die Neophyten mit 21,74 % in den spontanen Industriewäldern und mit 23,08 % in den Robinienforsten. Industriophyten und Coloneophyten sind mit 17,39 % in den spontanen Industriewäldern gleichstark vertreten, in den Robinienforsten sind die Industriophyten mit 15,38 % etwas stärker vertreten als die Coloneophyten mit 11,54 %. Archäophyten spielen im Baumarteninventar der spontanen Industriewäldern nur eine geringe Rolle (2,9 %), in den Robinienforsten traten überhaupt keine Archäophyten auf (s. Abb. 19).

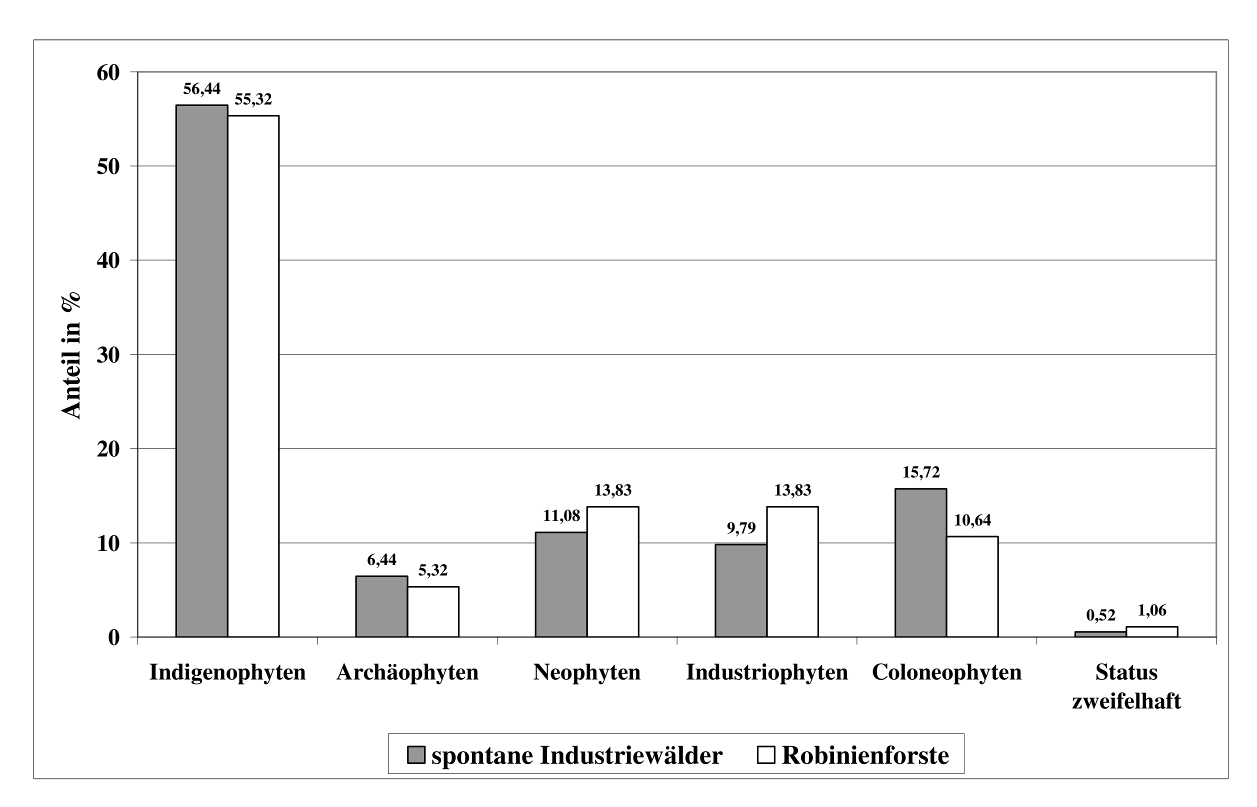


Abb. 18: Einwanderungszeit der Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder (n = 375) und der Robinienforste (n = 88) im Vergleich

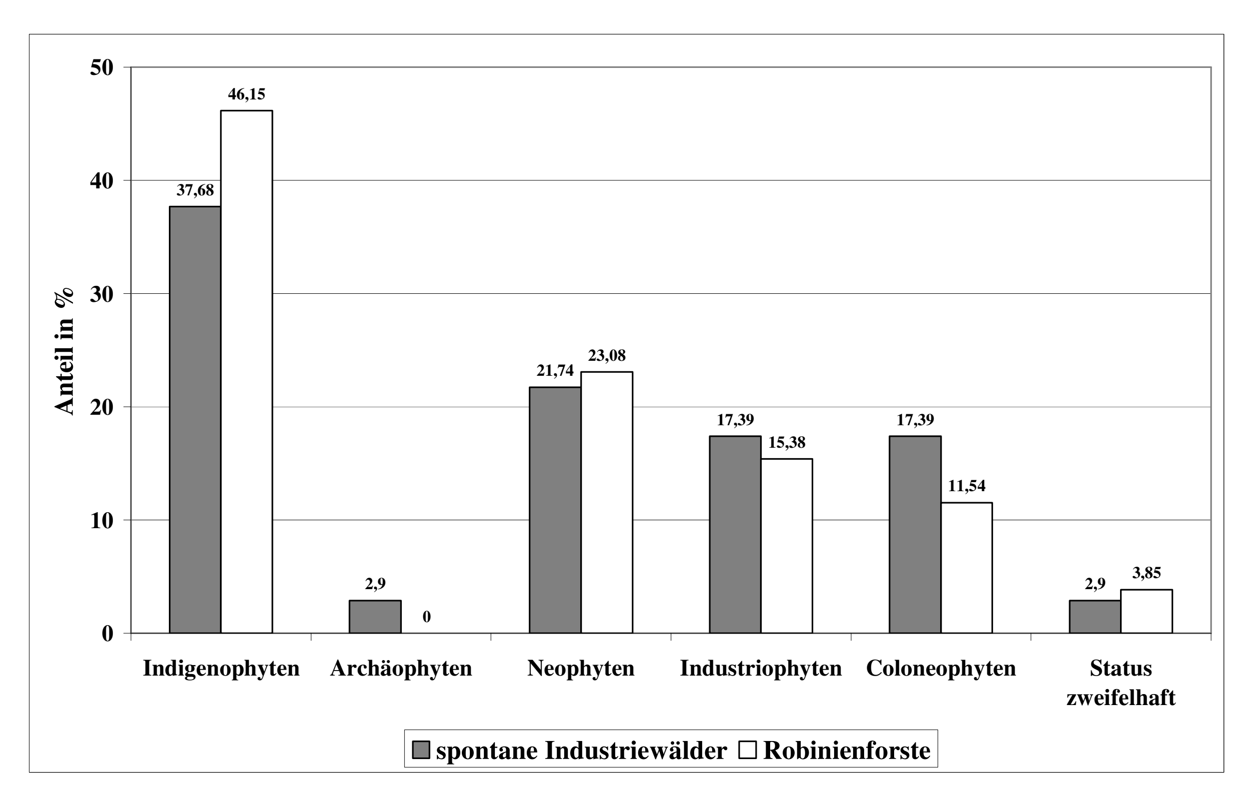


Abb. 19: Einwanderungszeit von Makro-Phanerophyten der spontanen Industriewälder (n = 60) und der Robinienforste (n = 23) im Vergleich

Bezüglich der Einwanderungsweise nehmen sowohl in den spontanen Industriewäldern als auch in den Robinienforsten die Ergasiophygophyten mit Abstand den größten Anteil der nichteinheimischen Sippen ein (s. Abb. 20). Die Werte unterscheiden sich jedoch nur geringfügig, insgesamt machen Kulturflüchter 62,7 % des Sippeninventars der spontanen Industriewälder und 63,64 % des Sippeninventars der Robinienforste aus. Zweitstärkste Gruppe sind die Xenophyten, die in den spontanen Industriewäldern 22,7 % und in den Robinienforsten 15,91 % ausmachen. Für einen Großteil der eingeschleppten Sippen, die in den Industriewäldern nachgewiesen werden konnten, ist es folglich relativ leicht, in die Bestände einzudringen, was vermutlich durch die abgeschwächten Konkurrenzverhältnisse in den Industriewäldern zurückzuführen ist. Akolutophyten sind mit 13,64 % in den Robinienforsten etwas stärker vertreten als in den spontanen Industriewäldern mit 12,43 % (s. Abb. 20). Es traten sowohl in den spontanen Industriewäldern wie in den Robinienforsten auch Kulturrelikte (Ergasiolipophyten) auf. In den spontanen Industriewäldern waren es Relikte von Ziergehölzen wie z. B. *Kerria japonica*, *Eleagnus angustifolia* und *Salix ×dasyclados* und Parkbäume wie *Populus balsamifera* agg., in den Robinienforsten waren es logischerweise die forstlich eingebrachten Baumarten *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus glabra* und *Alnus incana*.

Schwierig ist die Beurteilung des floristischen Status von *Acer pseudoplatanus* "Purpureum" (Berg-Ahorn, rotblättrige Sorte), *Fraxinus excelsior* f. *monophylla* (Gewöhnliche Esche, einblättrige Form) und *Sambucus nigra* var. *laciniata* (Schwarzer Holunder, schlitzblättrige Varietät), denn hierbei handelt es sich um Sippen, die wegen ihrer speziellen Blattfarbe und Blattform sowohl als Park- und Alleebaum als Kulturpflanzen angepflanzt werden, als auch um in der Naturlandschaft auftretende Spontanmutationen der indigenen Ausgangsformen mit Modifikationen der Blätter, welche auf natürliche Weise entstehen können. Alle drei Sippen werden wegen ihrer Ästhetik auch als Ziergehölze kultiviert. Die Sippen *Acer pseudoplatanus* "Purpureum" und *Sambucus nigra* var. *laciniata* traten so häufig in den Aufnahmen auf, dass sie als Kulturflüchter (Ergasiophygophyten) eingestuft wurden (vgl. Tab. 30 u. 31). *Fraxinus excelsior* f. *monophylla* war dagegen selten in den Aufnahmen vertreten, hier wurde eine Statusmehrdeutigkeit angenommen (vgl. Kap. 5.3). Die Sippe wurde sowohl als indigen als auch als Kulturflüchter eingestuft (vgl. Anhang II).

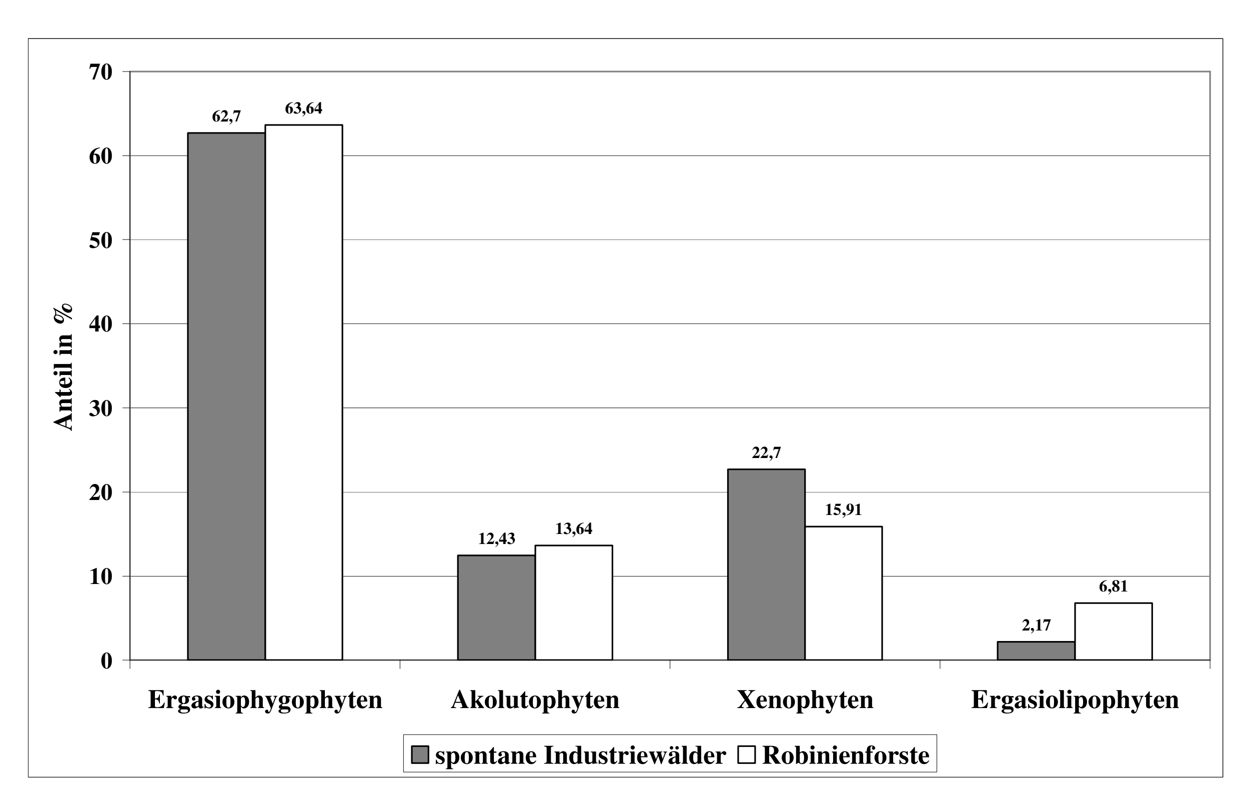


Abb. 20: Einwanderungsweise der nichteinheimischen Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder (n = 162) und der Robinienforste (n = 38) im Vergleich

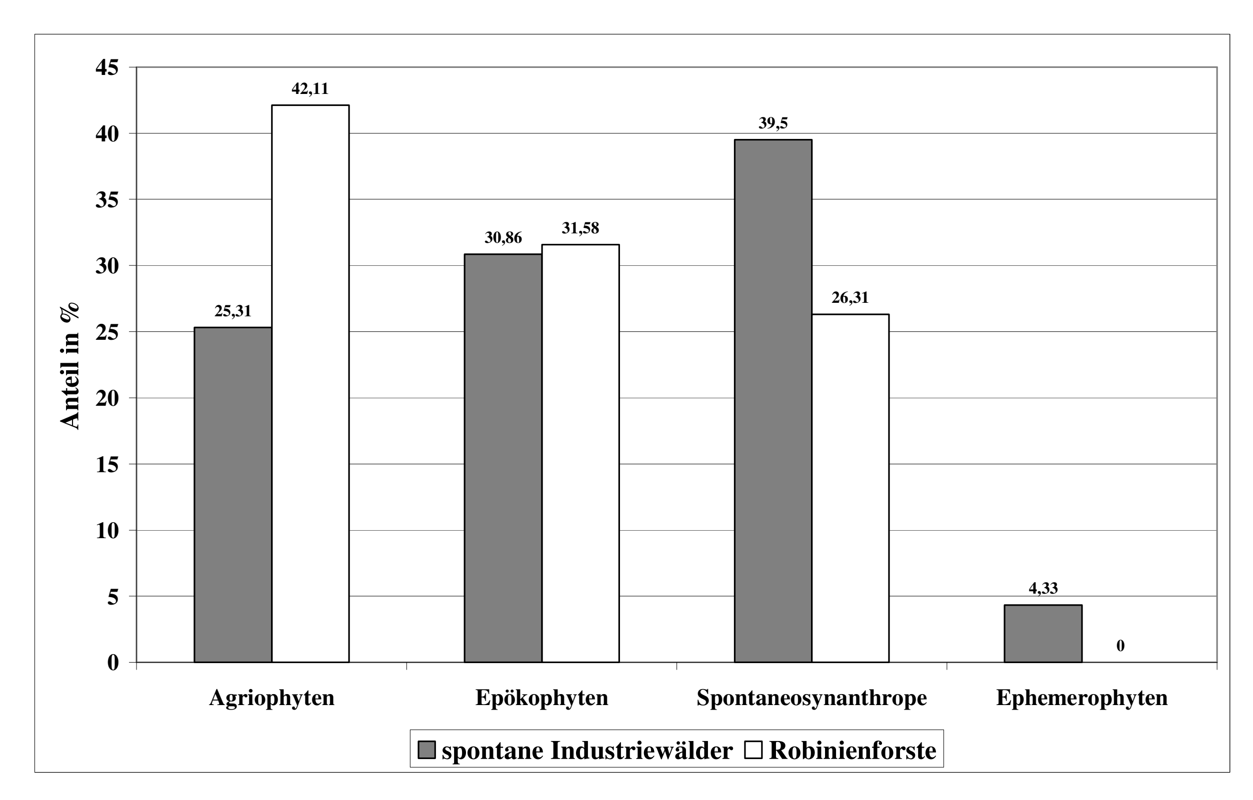


Abb. 21: Einbürgerungsgrad der nichteinheimischen Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder (n = 162) und der Robinienforste (n = 38) im Vergleich

Bezüglich des Einbürgerungsgrades unterscheiden sich die spontanen Industriewälder und die Robinienforste weitestgehend. Agriophyten, also nichteinheimische Pflanzensippen, die fest eingebürgert und nicht mehr auf menschlichen Einfluss angewiesen sind, machen ca. ein Viertel (25,31 %) von den Adventivpflanzen der spontanen Industriewälder aus, in den Robinienforsten liegt der Wert mit 42,11 % wesentlich höher (s. Abb. 21). Lediglich bei den Epökophyten, die als konkurrenzschwache Sippen auf permanente anthropogene Störungen angewiesen sind, ähneln sich die Werte mit 30,86 % Anteil in den spontanen Industriewäldern und mit 31,58%Anteil in den Robinienforsten und machen knapp ein Drittel am jeweiligen Adventivpflanzeninventar aus. Auffallend hoch ist der Anteil der Spontaneosynanthropen in den spontanen Industriewäldern des Ruhrgebietes mit 39,5 %, also den Sippen, wo es unklar ist, ob sie bereits eingebürgert sind oder noch als unbeständig eingestuft werden müssen (vgl. Kap. 5.3). In den Robinienforsten machen die Spontaneosynanthropen mit 26,31 % etwas mehr als ein Viertel der Adventivpflanzen aus. Am wenigsten vertreten waren die Ephemerophyten, die nur 4,33 % des Adventivpflanzeninventars der spontanen Industriewälder ausmachen. In den Robinienforsten hingegen waren sie sogar überhaupt nicht vertreten (s. Abb. 21).

8.6.2 Gesellschaftsanschluss

Um eine qualitative Bewertung der in den Industriewäldern auftretenden Gefäßpflanzensippen vorzunehmen, und gleichzeitig auch die Dynamik der untersuchten Industriewäld-Bestände abschätzen zu können, wurde die Bindung der Flora zu bestimmten pflanzensoziologischen Einheiten herausgestellt. Die Sippen wurden dabei zu Syntaxa auf Klassenebene zugeordnet. In den Abbildungen wurden die Klassen hinsichtlich der soziologischen Progression nach DIERßEN (1990), POTT (1995) und WILMANNS (1998) geordnet (vgl. Kap. 5.3), die Nomenklatur der Syntaxa richtet sich im Wesentlichen nach OBERDORFER (1994) sowie POTT (1995).

Wie in den Abbildungen 22 und 23 ersichtlich wird, rekrutiert sich das Gefäßpflanzeninventar der spontanen Industriewälder aus insgesamt 25 verschiedenen Klassen, was die große floristische Heterogenität der Flora in den untersuchten Beständen widerspiegelt. Interessanterweise waren Sippen der *Querco-Fagetea* (Eurosibirische Falllaubwälder) mit 17,4 % am häufigsten vertreten, zweitstärkste Gruppe waren Sippen der *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche) mit 14,35 % (s. Abb. 22). Einen Anteil von über fünf Prozent erreichen noch Sippen der *Epilobietea angustifolii* (Schlagfluren) mit 5,86 %, der *Galio-Urticetea* (Nitrophile Säume) mit 6 %, der *Molinio-Arrhenatheretea* (Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes) mit 7,76 %, der *Artemisietea vulgaris* (Ausdauernde, nitrophile Hochstaudengesellschaften) mit 7,17 % und der *Chenopodietea* (Einjährige Wildkrautgesellschaften) mit 5,42 %. Die Flora weiterer Syntaxa war meist nur mit wenigen Prozent vertreten, von denen Sippen der *Festuco-Brometea* (Schwingel- und Trespentrockenrasen) mit 4,39 % noch am häufigsten waren. Mit etwas über zwei Prozent traten Sippen der *Stellarietea mediae* (Hackfrucht- und Ackerwildkrautgesellschaften) (2,93 %), der *Sedo-Scleranthetea* (Sandrasen- und Felsgrusgesellschaften) (2,93 %), der *Agropyretea intermedii-repentis* (Ruderale Quecken-Halbtrockenrasen) (2,64 %), der *Trifolio-Geranietea* (Meso- bis thermophile Säume), der *Salicetea purpureae* (Uferweidengebüsche und Weidenwälder) (2,49 %), der *Agrostietea stoloniferae* (Flutrasen, Feuchtweiden) (2,2 %) und der *Phragmitetea australis* (Röhrichte und Großseggenriede) (2,05 %) auf (s. Abb. 22). Für 5,12 % der Sippen konnte keine Zuordnung zu bestimmten Klassen vorgenommen werden, hier handelt es sich ausschließlich um verwilderte Kulturpflanzen, welche sich noch nicht eingebürgert haben und bei denen die soziologische Bindung noch weitgehend unklar ist. In der Kategorie "Sonstige Klassen" (6,29 % der Gesamtflora) sind lediglich Sippen der *Alnetea glutinosae* (Erlenbruchwälder und Moorgebüsche) mit 1, 9 % noch von Bedeutung (s. Abb. 23).

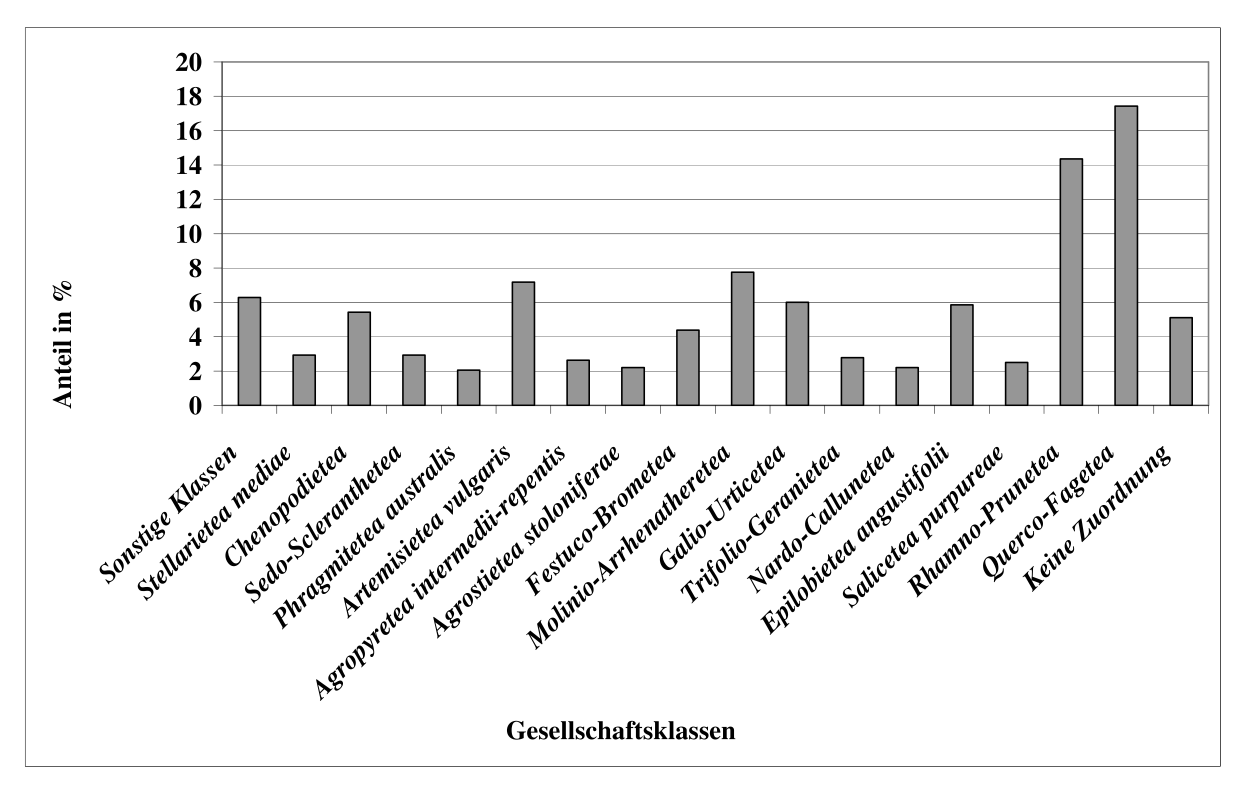


Abb. 22: Gesellschaftsanschluss der in den spontan entstandenen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 375) zu soziologischen Einheiten auf Klassenebene

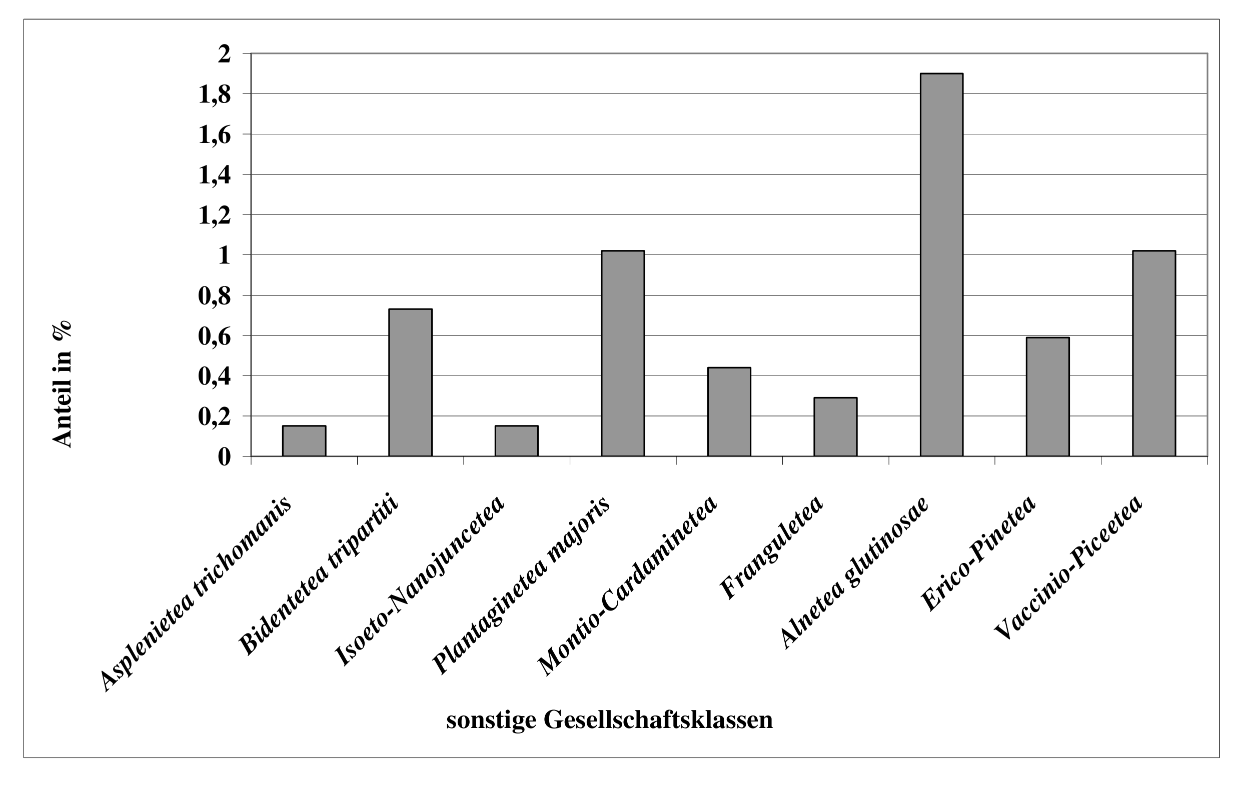


Abb. 23: Aufschlüsselung des Gesellschaftsanschlusses der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen in der Kategorie "Sonstige Klassen"

Im Spektrum des Gesellschaftsanschlusses der Flora spontaner Industriewälder kommt der ruderale Charakter der Krautschicht eindrucksvoll zum Ausdruck. Gefäßpflanzensippen mit Bindung zu ruderalen Vegetationseinheiten (*Plantaginetea majoris*, *Stellarietea mediae*, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Agropyretea intermedii-repentis*, *Galio-Urticetea*, *Epilobietea angustifolii*) machen mit 31,04 % knapp ein Drittel des gesamten Sippeninventars aus. Noch stärker vertreten waren hingegen Sippen aus Gehölz-dominierten Klassen (*Querco-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Erico-Pinetea*, *Alnetea glutinosae*, *Rhamno-Prunetea*, *Salicetea purpureae*, *Franguletea*) mit 38,06 %, was den Reichtum der spontanen Industriewälder an Bäumen, Sträuchern und verholzenden Lianen widerspiegelt.

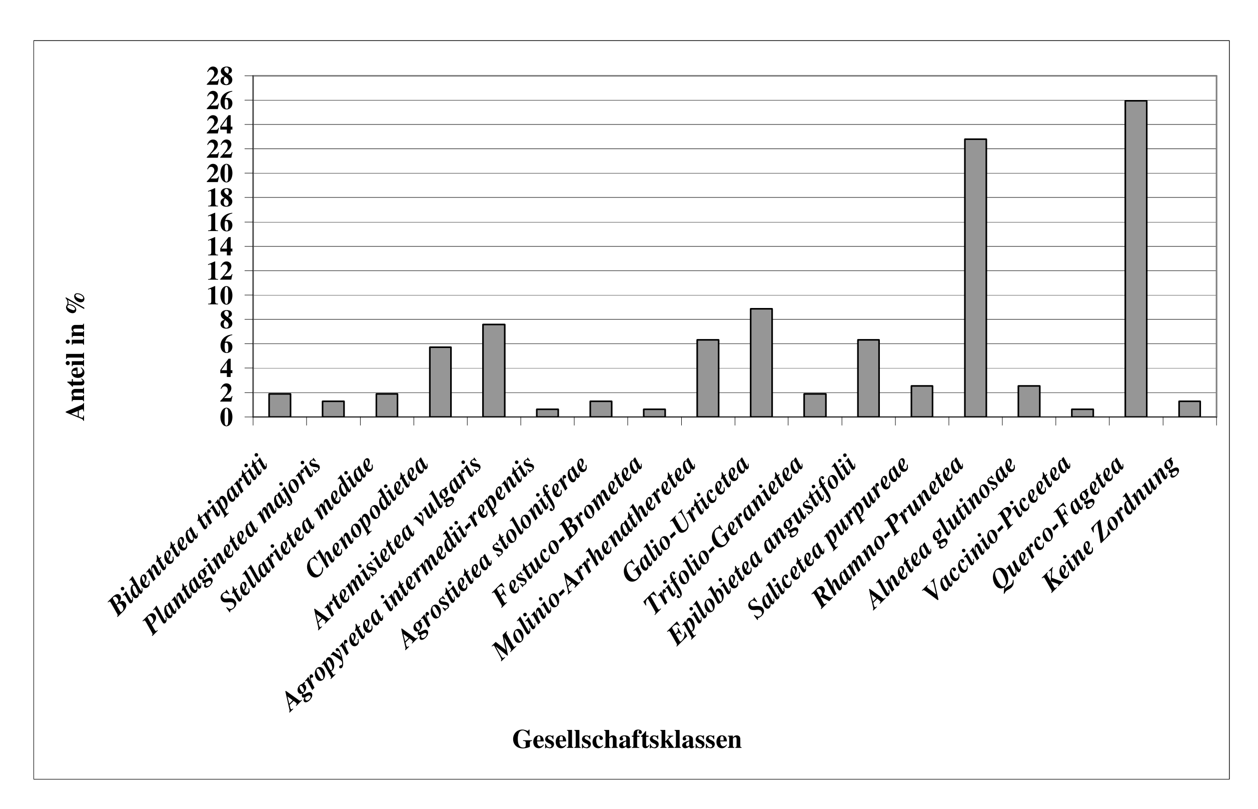


Abb. 24: Gesellschaftsanschluss der in den Robinienforsten nachgewiesenen Gefäßflanzensippen (n = 88) zu soziologischen Einheiten auf Klassenebene

Die Gefäßpflanzenflora der Robinienforste ließ sich zu 17 verschiedenen Klassen zuordnen (s. Abb. 24). Auch hier machen Sippen der *Querco-Fagetea* (Eurosibirische Falllaubwälder) mit 25,95 % den größten Anteil am Gesamtsippeninventar aus gefolgt von Sippen der *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholundergebüsche) mit 22,78 %. Es zeichnet sich ein ähnliches Bild ab wie in den spontanen Industriewäldern, auch in den Robinienforsten waren Sippen ruderaler Vegetationseinheiten mit hohem Anteil vertreten. So stammen 8,86 %

der Sippen in den untersuchten Robinienforsten aus der Klasse *Galio-Urticetea* (Nitrophile Säume), 7,59 % aus den *Artemisietea vulgaris* (Ausdauernde, nitrophile Hochstaudengesellschaften), 6,33 % jeweils aus den *Epilobietea angustifolii* (Schlagfluren) und den *Molinio-Arrhenatheretea* (Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes) und 5,7 % aus den *Chenopodietea* (Einjährige Wildkrautgesellschaften). Der Gesamtanteil der ruderalen Vegetationseinheiten (*Plantaginetea majoris*, *Stellarietea mediae*, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Agropyretea intermedii-repentis*, *Galio-Urticetea*, *Epilobietea angustifolii*) liegt mit 32,28 % etwas höher als in den spontanen Industriewäldern. Insbesondere der Wert von Sippen der *Galio-Urticetea* (8,86 %) in den Robinienforsten belegt den nitrophytischen Charakter der Krautschicht eindeutig.

Auffallend hoch ist dagegen in den Robinienforsten der Anteil von Sippen aus Gehölz-dominierten Klassen (*Querco-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Alnetea glutinosae*, *Rhamno-Prunetea*, *Salicetea purpureae*) mit 54,42 % des Gesamtsippeninventars und liegt damit wesentlich höher als in den spontanen Industriewäldern (38,06 %).

8.6.3 Strategietypenspektrum

Konkurrenz-Strategen machen mit 57 % mehr als die Hälfte der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Pflanzensippen aus (s. Abb. 25). Hierunter fallen beispielsweise alle großwüchsigen Laub- und Nadelgehölze (z. B. *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Taxus baccata*). Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen, die sich zumeist aus krautigen Sippen zusammensetzen, welche durch eine hohe Konkurrenzkraft sowie der Fähigkeit, ruderale Standorte zu besiedeln und Stressfaktoren ertragen zu können, gekennzeichnet sind (z. B. *Hieracium piloselloides* agg., *Duchesnea indica*), waren mit 16 % vertreten. Konkurrenz-Stress-Strategen, welche konkurrenzstarke Sippen umfassen, die Stressfaktoren wie Trockenheit o. ä. ertragen können (z. B. *Epilobium lanceolatum*, *Hieracium lachenalii*) machen 12 % des Gefäßpflanzeninventars aus. Die Konkurrenz-Ruderal-Strategen umfassen überwiegend hochwüchsige krautige Pflanzen wie Hochstauden, die auch ruderale Standorte besiedeln können (z. B. *Alliaria petiolata*, *Cirsium vulgare*) und waren mit 8 % vertreten. Der hohe Anteil an Konkurrenz-Strategen und intermediärer Strategietypen mit hoher Konkurrenzkraft in den spontanen Industriewäldern ist das Resultat der Vielzahl an konkurrenzstarken Phanerophyten und Hemikryptophyten, welche in diesen Wäldern auftraten (vgl. Kap. 8.6.3).

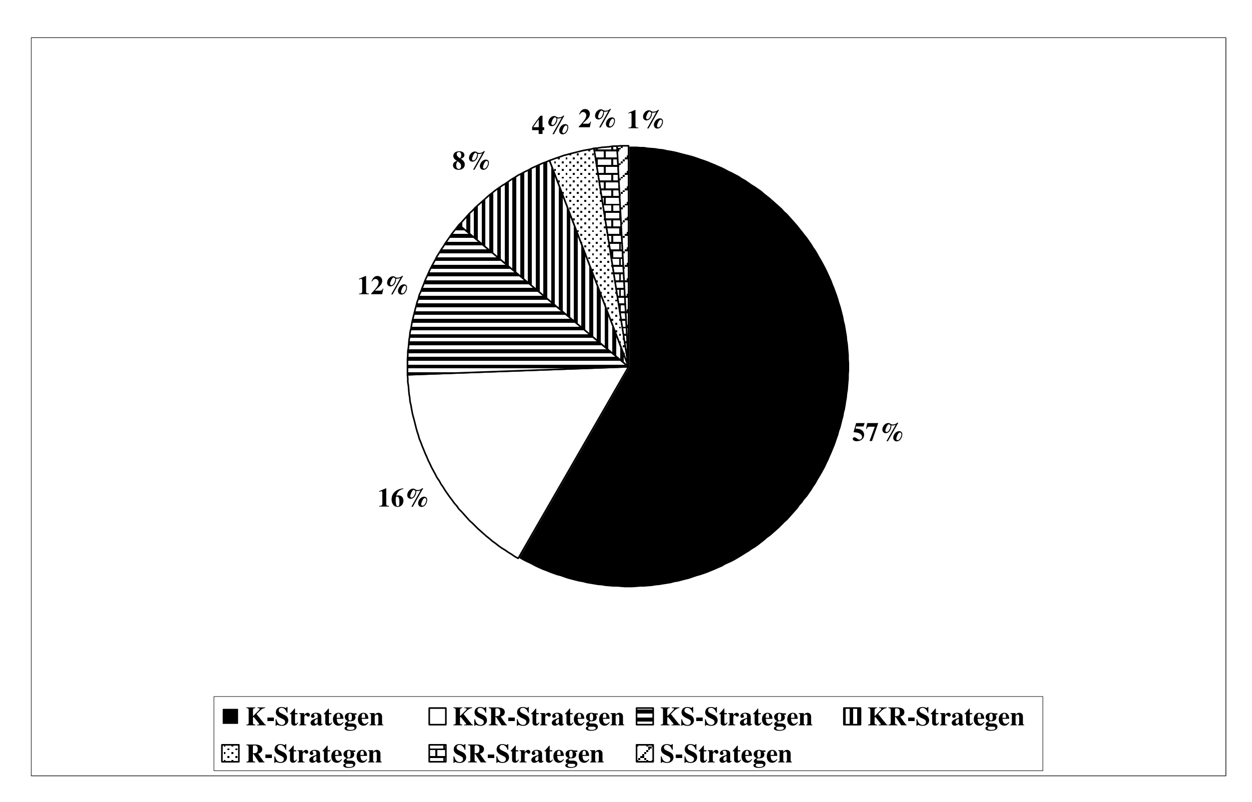


Abb. 25: Strategietypenspektrum der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 375)

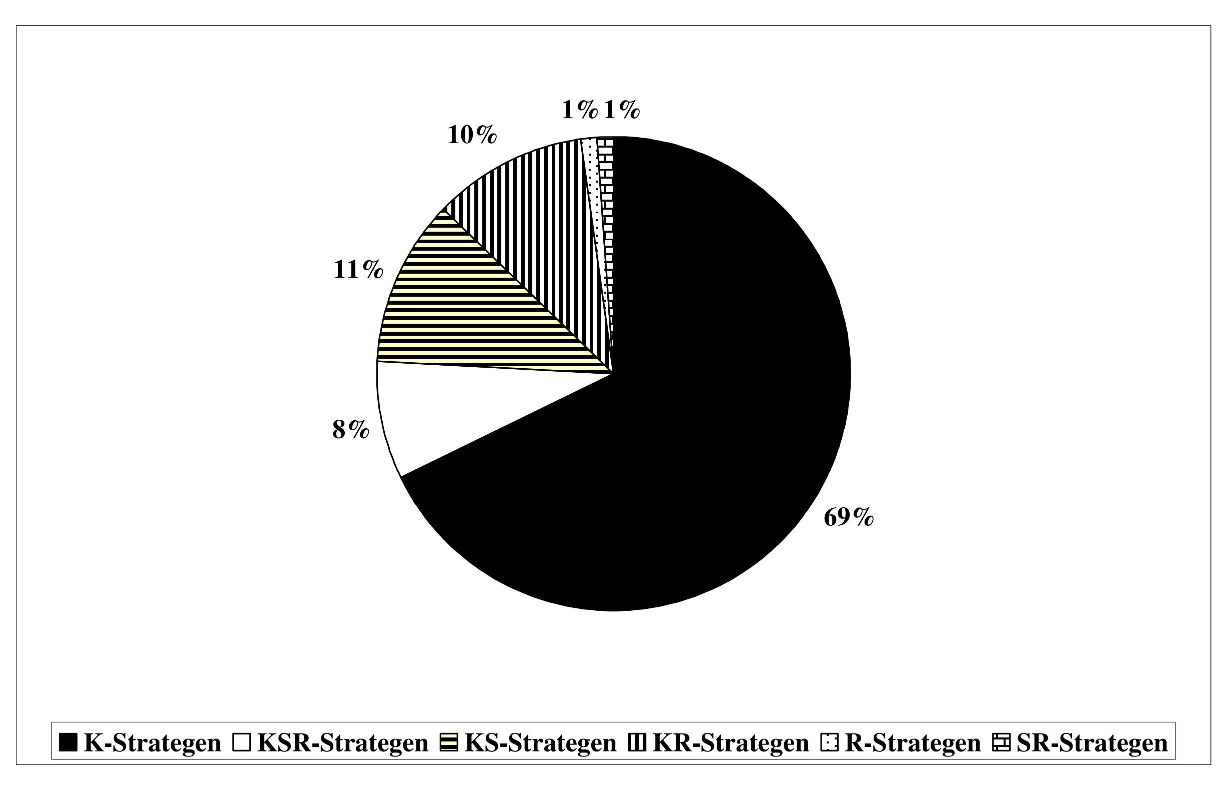


Abb. 26: Strategietypenspektrum der in den Robinienforsten nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 88)

Die zumeist niederwüchsigen, konkurrenzschwachen Ruderal-Strategen (4 %), Stress-Ruderal-Strategen (2 %) und Stress-Strategen (1 %) sind nur wenig in den spontanen Industriewäldern vertreten (s. Abb. 25). Ruderal-Strategen (z. B. *Poa annua*, *Veronica arvensis*, *Viola arvensis*), Stress-Ruderal-Strategen (z. B. *Aira praecox*, *Erophila verna*) und Stress-Strategen (z. B. *Pyrola minor*) besiedeln in den Industriewald-Beständen in erster Linie offene Bodenanrisse und können sich nicht längerfristig in den Beständen halten. Mitunter können sie aber auch als Relikte vorangegangener Sukzessionsstadien auftreten. Konkurrenz-Strategen dominieren in den Robinienforsten noch stärker als in den spontanen Industriewäldern und machen 69 % des Gesamtsippenspektrums aus (s. Abb. 26). Hier kommt sowohl der hohe Anteil an Gehölzen, vor allem großwüchsigen Laubgehölzen und *Rubus*-Sippen, als auch an hochwüchsigen, zumeist nitrophilen krautigen Arten wie *Urtica dioica*, *Arctium minus* und *Fallopia japonica* zum Ausdruck. Des Weiteren waren Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen mit 8 %, Konkurrenz-Stress-Strategen mit 11 % und Konkurrenz-Ruderal-Strategen mit 10 % vertreten. Mit *Poa annua* waren sowohl Ruderal-Strategen (1 %) als auch mit *Impatiens parviflora* die Stress-Ruderal-Strategen (1 %) jeweils nur mit einer Art in den Robinienforsten vertreten.

8.6.4 Urbanitätsspektrum

Am Gesamtsippeninventar spontaner Industriewälder machen die mäßig urbanophoben Sippen mit 34 % die größte Gruppe im Urbanitätsspektrum aus, gefolgt von den urbanoneutralen Sippen mit 27 % (s. Abb. 27). Bemerkenswerterweise stellen die urbanophoben Sippen mit 12 % des Gesamtsippeninventars die drittstärkste Gruppe der Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder. Dazu zählen z. B. *Aira praecox*, *Carex disticha*, *C. pilulifera*, *C. sylvatica*, *Dryopteris borreri*, *Hieracium caespitosum*, *Milium effusum*, *Myosotis ramosissima*, *Origanum vulgare*, *Polystichum aculeatum*, *Rumex sanguineus*, *Veronica officinalis* sowie *Vincetoxicum hirundinaria*. Mäßig urbanophile Sippen waren mit 6 % am Gesamtsippenspektrum vertreten und umfassen Sippen wie z. B. *Aesculus hippocastanum*, *Chelidonium majus*, *Cornus sericea*, *Duchesnea indica Laburnum anagyroides*, *Lactuca serriola* und *Sambucus ebulus*. Mit *Ailanthus altissima*, *Buddleja davidii*, *Lepidium virginicum*, *Pseudofumaria lutea*, *Rhus hirta* sowie *Senecio inaequidens* traten lediglich sechs als urbanophil eingestufte Sippen (2 % des Gesamtsippeninventars) in den untersuchten Industriewäldern auf (s. Abb. 27). Für 74 Sippen (19 %) konnte keine Einstufung vorgenommen werden. Bei dieser Gruppe handelt es sich um einen Großteil der *Rubus*-Sippen sowie um

verwilderte Kulturpflanzen, für die zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Aussage zur Stadtbindung möglich ist.

Im Gegensatz zu den spontanen Industriewäldern stellen in den Robinienforsten die urbanoneutralen Sippen mit 42 % am Gesamtsippeninventar die größte Gruppe (s. Abb. 28). Dazu zählen z. B. *Robinia pseudoacacia* selbst und auch *Acer pseudoplatanus*. Jedoch kommt auch in den Robinienforsten den mäßig urbanophoben Sippen mit 32 % eine große Bedeutung zu. Konkret handelt es sich bei den mäßig urbanophoben Sippen der Robinienforste z. B. um *Athyrium filix-femina*, *Carpinus betulus*, *Fragaria vesca*, *Rubus nemorosus* und *Sambucus racemosa*. Wie in den spontanen Industriewäldern traten auch in den untersuchten Robinienforsten urbanophobe Sippen auf, sind mit 7 % allerdings etwas weniger vertreten als in den spontanen Industriewäldern. Hierbei handelt es sich um *Carex spicata*, *Dryopteris dilatata* und *Ilex aquifolium*. Mäßig urbanophile Sippen wie z. B. *Aesculus hippocastanum*, *Arctium minus* und *Parthenocissus inserta* waren mit 6 % in den Robinienforsten vertreten. Mit *Ailanthus altissima* trat nur eine als urbanophil eingestufte Sippe in den Robinienforsten auf (1 %). Für 15 % der Sippen konnte keine Einstufung bezüglich der Stadtbindung gemacht werden. Ebenso wie bei den spontanen Industriewäldern handelt es sich hierbei um erst seit kurzem verwildernd auftretende Kulturpflanzen sowie einige *Rubus*-Sippen.

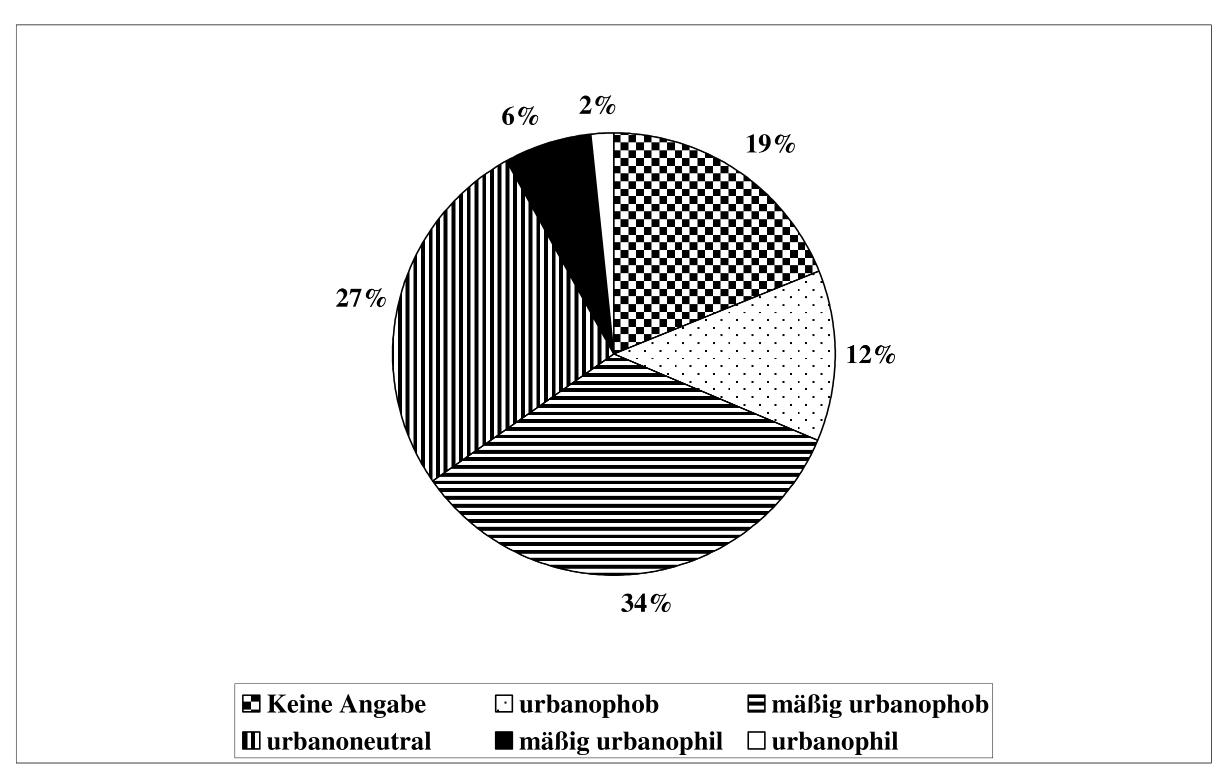


Abb. 27: Urbanitätsspektrum der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 375)

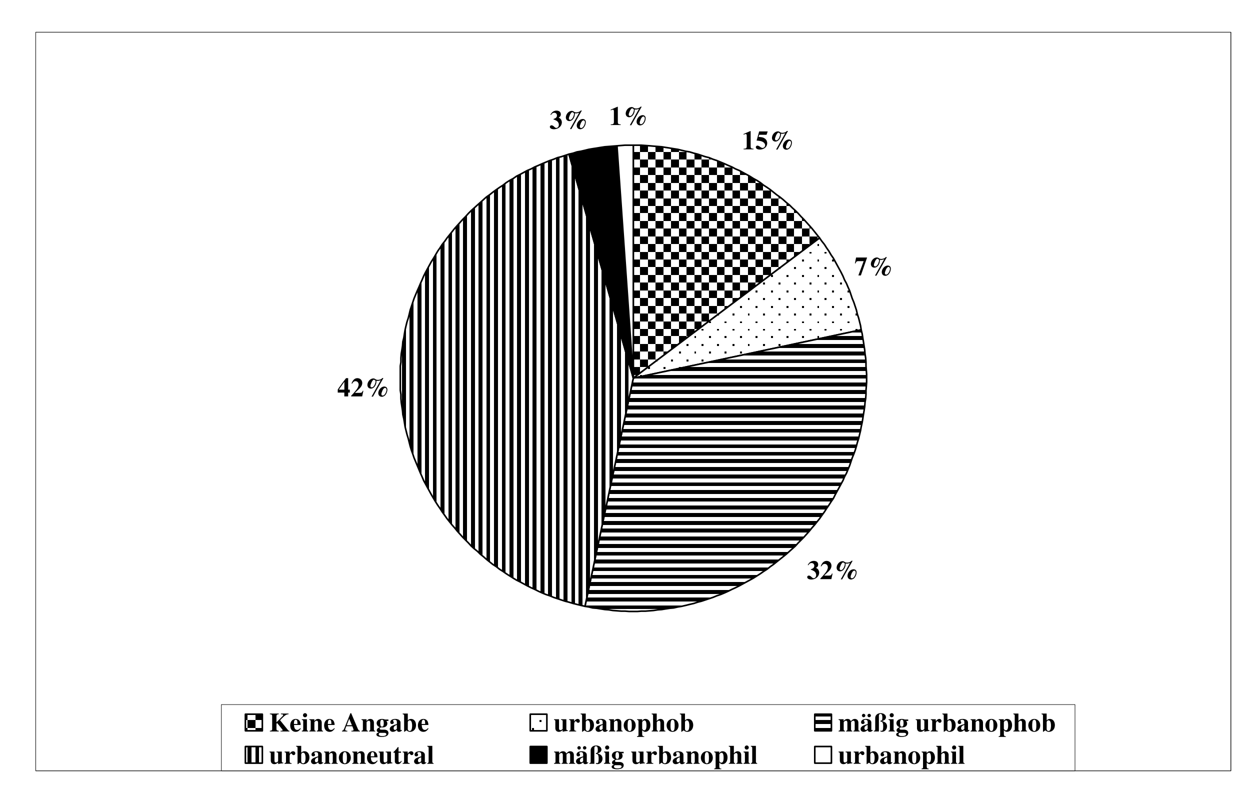


Abb. 28: Urbanitätsspektrum der in den Robinienforsten nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 88)

8.6.5 Hemerobie

Vergleicht man die Hemerobiespektren der Flora spontaner Industriewälder und der künstlich angelegten Robinienforste, so sind die Unterschiede bezüglich der Empfindlichkeit der vorkommenden Sippen gegenüber anthropogenem Einfluss in beiden Vegetationstypen gering (s. Abb. 29 u. 30). Mesohemerobe Sippen, die in der Lage sind, Standorte mit mäßigem anthropogenen Einfluss zu besiedeln, sind in den spontanen Industriewäldern mit 32 % gleich stark vertreten wie beta-euhemerobe Sippen, die auch Standorte mittlerer menschlicher Beeinflussung besiedeln können (s. Abb. 29; vgl. Kap. 5.3). Die mesohemeroben Sippen umfassen z. B. *Acer campestre*, *Arrhenatherum elatius*, *Corylus avellana*, *Galium verum*, *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum*, *Hypericum maculatum* u. a. Sippen. Zur Gruppe der beta-euhemeroben Sippen zählen z. B. *Lamium album*, *Lathyrus pratensis*, *Phleum pratense*, *Plantago lanceolata*, *Prunella vulgaris*, *Salix alba* und *Vicia cracca*. Interessanterweise machen oligohemerobe Sippen, die vorwiegend Standorte mit geringer menschlicher Beeinflussung besiedeln, mit 19 % knapp ein Fünftel des Gesamtsippeninventars in den spontanen Industriewäldern aus. Dazu zählen z. B. die meisten krautigen Sippen aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften wie *Arum maculatum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex pilulifera*, *Circaea*

lutetiana, *Dryopteris borreri*, *Milium effusum*, *Mycelis muralis*, *Teucrium scorodonia* und *Veronica officinalis*, aber auch Gehölze wie *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* und *P. padus*.

Insgesamt sind 12 % der Gefäßpflanzensippen der spontanen Industriewälder in der Lage, auch Standorte mit starker menschlicher Beeinflussung (alpha-euhemerobe Sippen) zu besiedeln. Diese Gruppe umfasst krautige Sippen wie beispielsweise *Arabidopsis thaliana*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia vulgaris*, *Bromus sterilis*, *Cirsium vulgare* und *Vulpia myuros* sowie Gehölze wie *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum* und *Robinia pseudoacacia*. Nur 5 % der Sippen können auch sehr stark anthropogen beeinflusste Standorte besiedeln (s. Abb. 29). Dazu zählen in den spontanen Industriewäldern überwiegend Epökophyten wie *Sonchus asper*, *S. oleraceus*, *Fallopia convolvulus* und *Bromus tectorum*, die an ein hohes Maß an anthropogener Störung gebunden sind, sowie die Agriophyten *Ailanthus altissima*, *Fallopia japonica*, *Lactuca serriola*, *Lepidium virginicum* und *Senecio inaequidens*. Von den indigenen Sippen der spontanen Industriewälder sind *Cardaminopsis arenosa*, *Carex hirta*, *Cirsium arvense*, *Clematis vitalba*, *Equisetum arvense*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*, *Hypericum perforatum*, *Linaria vulgaris* und *Sedum acre* in der Lage, auch Standorte mit sehr starkem anthropogenem Einfluss zu besiedeln.

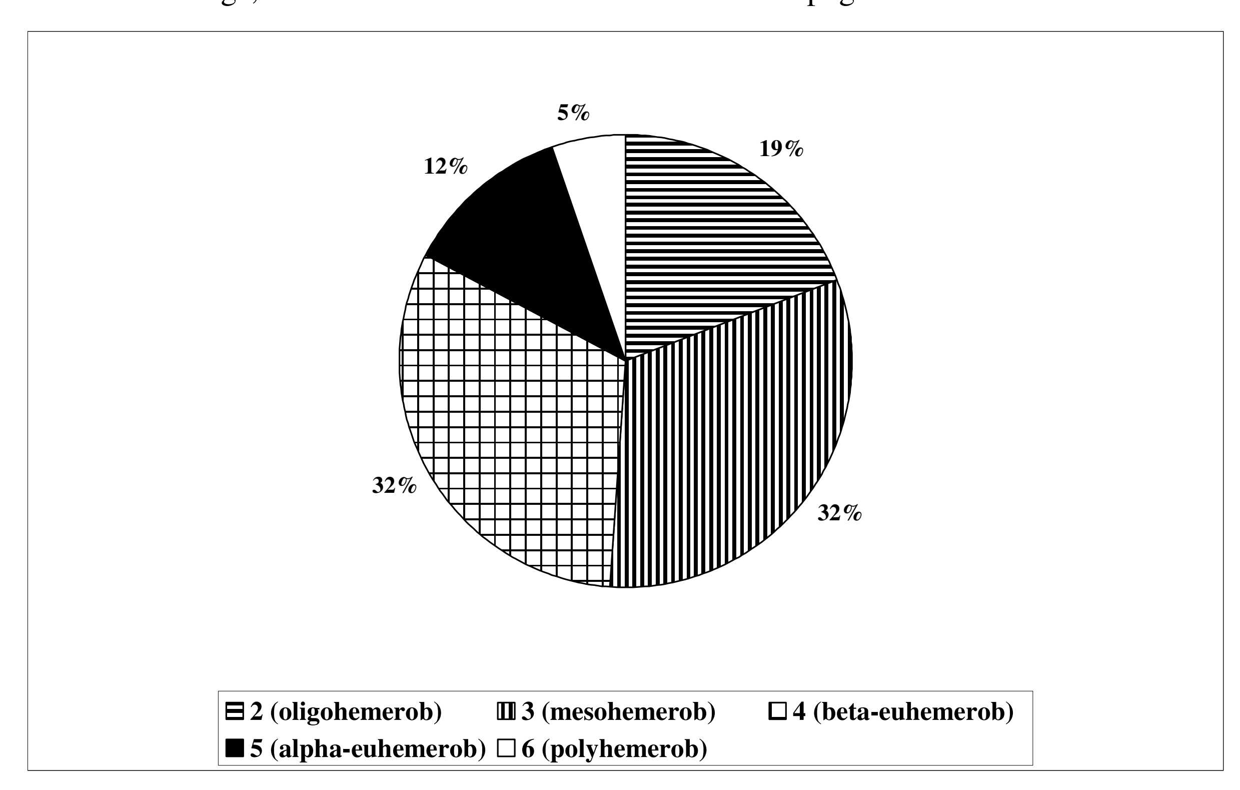


Abb. 29: Hemerobiestufenzuordnung der in den spontanen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 375)

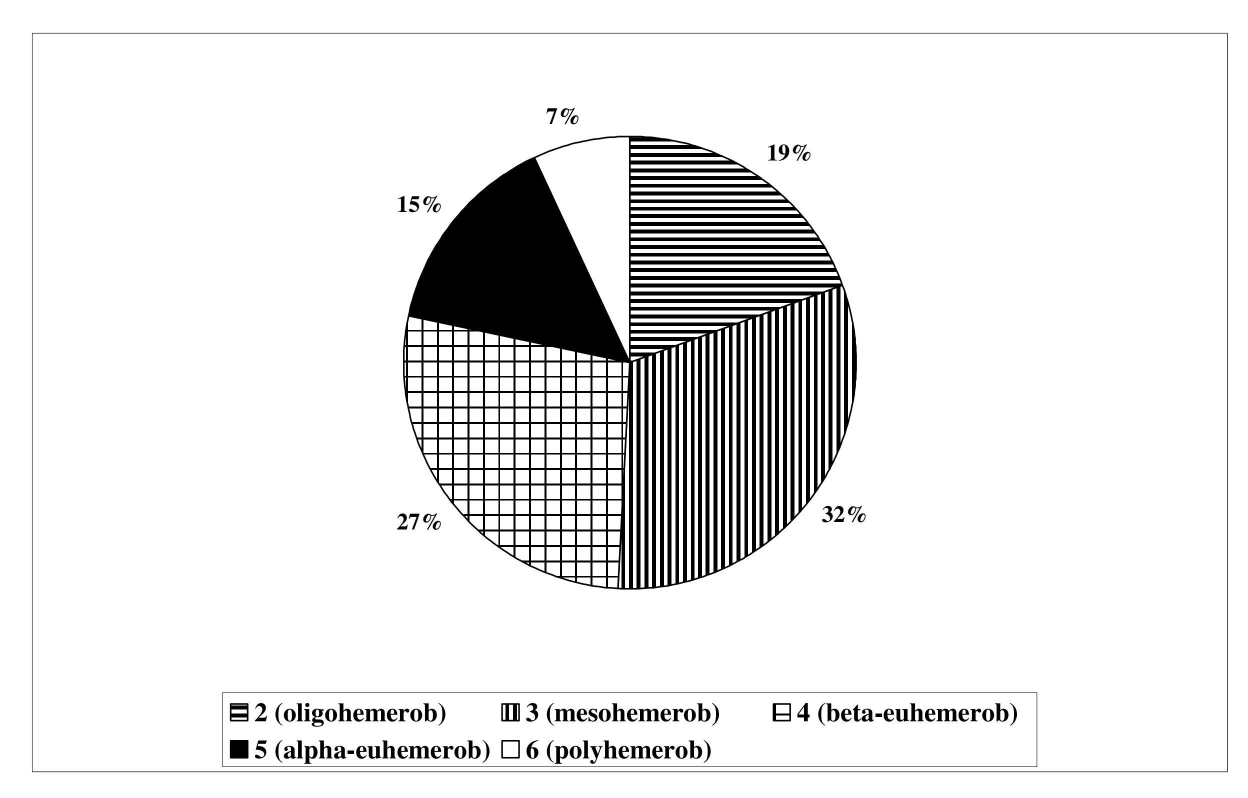


Abb. 30: Hemerobiestufenzuordnung der in den Robinienforsten nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen (n = 88)

Im Hemerobiespektrum der Flora künstlich begründeter Robinienforste nehmen wie in den spontan aufgewachsenen Industriewäldern die mesohemeroben Sippen mit 32 % die größte Gruppe ein (s. Abb. 30). Die beta-euhemeroben Sippen sind mit 27 % etwas weniger stark vertreten als in den spontanen Industriewäldern (s. Abb. 29 u. 30). Sippen der Robinienforste, die vorzugsweise mäßig stark beeinflusste Standorte besiedeln, sind z. B. *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Fragaria vesca*, *Lonicera xylosteum*, *Prunus avium*, *P. padus* und *Scrophularia nodosa*. Weniger störungsempfindliche Sippen, die in der Lage sind, auch Standorte mit mittlerer menschlicher Beeinflussung zu besiedeln, umfassen in den Robinienforsten beispielsweise *Poa nemoralis*, *Prunus serotina*, *P. mahaleb*, *Quercus rubra*, *Ribes uva-crispa* und *Viola odorata*. Oligohemerobe Sippen sind in den Robinienforsten mit 19 % gleich stark vertreten wie in den spontanen Industriewäldern (s. Abb. 29 u. 30) und umfassen Sippen wie beispielsweise *Athyrium filix-femina*, *Carex spicata*, *Ilex aquifolium*, *Prunus avium*, *P. padus* und *Ulmus glabra*.

Sippen, die in der Lage sind, Standorte mit starker menschlicher Beeinflussung zu besiedeln (alpha-euhemerobe Sippen), sind in den Robinienforsten mit 15 % etwas stärker vertreten als in den spontanen Industriewäldern (s. Abb. 29 u. 30). Dazu zählen krautige Sippen wie

Cirsium vulgare, *Impatiens parviflora*, *Potentilla norvegica*, *Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*, *Urtica dioica* var. *dioica* und *Solidago canadensis* sowie Gehölze wie *Acer pseudoplatanus*, *Lycium chinense*, *Sambucus nigra* und *Robinia pseudoacacia* selbst. Standorte mit sehr starker anthropogener Beeinflussung können nur von 7 % der Sippen der Robinienforste besiedelt werden. Hier liegt der Wert etwas höher als in den spontanen Industriewäldern (5 %; s. Abb. 29 u. 30). Solche polyhemeroben Vertreter aus der Flora der untersuchten Robinienforste umfassen z. B. Sippen wie *Ailanthus altissima*, *Fallopia japonica*, *Galium aparine*, *Poa annua*, *Solanum nigrum* ssp. *nigrum*, *S. nigrum* ssp. *schultesii*, *Sonchus asper*, *S. oleraceus* und *Stellaria media*.

8.6.6 Ausbreitungsstrategie

Windausbreitung (Anemochorie) ist sowohl in der Flora der untersuchten spontanen Industriewäldern als auch in der Flora der aufgeforsteten Robinienbestände die am stärksten vertretene Form der Diasporenausbreitung (s. Abb. 31 u. 32). Ungefähr ein Drittel (34 %) der in den spontan aufgewachsenen Industriewäldern nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen erreicht die Industriebrachflächen durch Windausbreitung, d. h. durch Wind verbreitete Sippen sind bei der Besiedlung der neu entstandenen Brachflächen besonders erfolgreich (s. Abb. 31). Summiert man alle Formen der Tierausbreitung (Zoochorie), bei denen die Diasporen entweder aktiv (Endozoochorie, Myrmechochorie, Synzoochorie) oder passiv (Epizoochorie) durch Tiere ausgebreitet werden, spielt die Tierausbreitung (Zoochorie) eine noch wichtigere Rolle bei der pflanzlichen Besiedlung der Standorte spontaner Industriewälder als die Anemochorie. Tierausbreitung macht von den nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen insgesamt 45 % am Ausbreitungsspektrum spontaner Industriewälder aus (s. Abb. 31). Die häufigsten Formen der Tierausbreitung sind die Endozoochorie (18 %) und die Epizoochorie (17 %), gefolgt von der Myrmechochorie (8 %) und der weniger bedeutsamen Synzoochorie (2 %). In diesem Zusammenhang ist der hohe Anteil an Phanerophyten in den spontanen Industriewäldern von Bedeutung. Ein Großteil der darin auftretenden Holzgewächse (vor allem Sträucher und Bäume der Rosaceen) produziert schmackhafte und/oder auffällig gefärbte Früchte, oftmals mit viel Fruchtfleisch (z. B. die Gattungen *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Rubus*, *Prunus* und *Sorbus*), die dann per Darmverbreitung eine Ausbreitung erfahren. Eine Verbreitung der Diasporen durch die Anlegung von Nahrungsreservoirs durch Vögel und Nagetiere (Synzoochorie) spielt mit 2 % eine untergeordnete Rolle bei der Ausbreitung der am Aufbau der spontanen Industriewälder beteiligten Sippen (s. Abb. 31). Dieses

Ergebnis muss jedoch in Bezug zur Häufigkeit der Arten in den Aufnahmeflächen selbst gesehen werden. Durch Speicherverbreitung ausgebreitete Sippen – dies betrifft vor allem Fagaceen – waren zwar am Gesamtsippenspektrum der spontanen Industriewälder selten, jedoch trat die synzoochor ausgebreitete Sippe *Quercus robur* mit hoher Stetigkeit in den Aufnahmen auf (vgl. Anhang II). So begründet sich die Häufigkeit von *Quercus robur* in den spontanen Industriewäldern in erster Linie auf dem Erfolg der Ausbreitung ihrer Diasporen durch Speicherverbreitung. Bei den durch Hemerochorie ausgebreiteten Sippen, die 6 % des Gesamtsippenspektrums ausmachen, handelt es sich in den meisten Fällen um solche Sippen, welche passiv durch weggeworfene Gartenabfälle verwildert sind (z. B. *Paeonia officinalis* s.l., *Matteuccia struthiopteris*), oder seltener auch um in den Industriewäldern aufgetretene Kulturrelikte (Ergasiolipophyten) wie z. B. *Kerria japonica*.

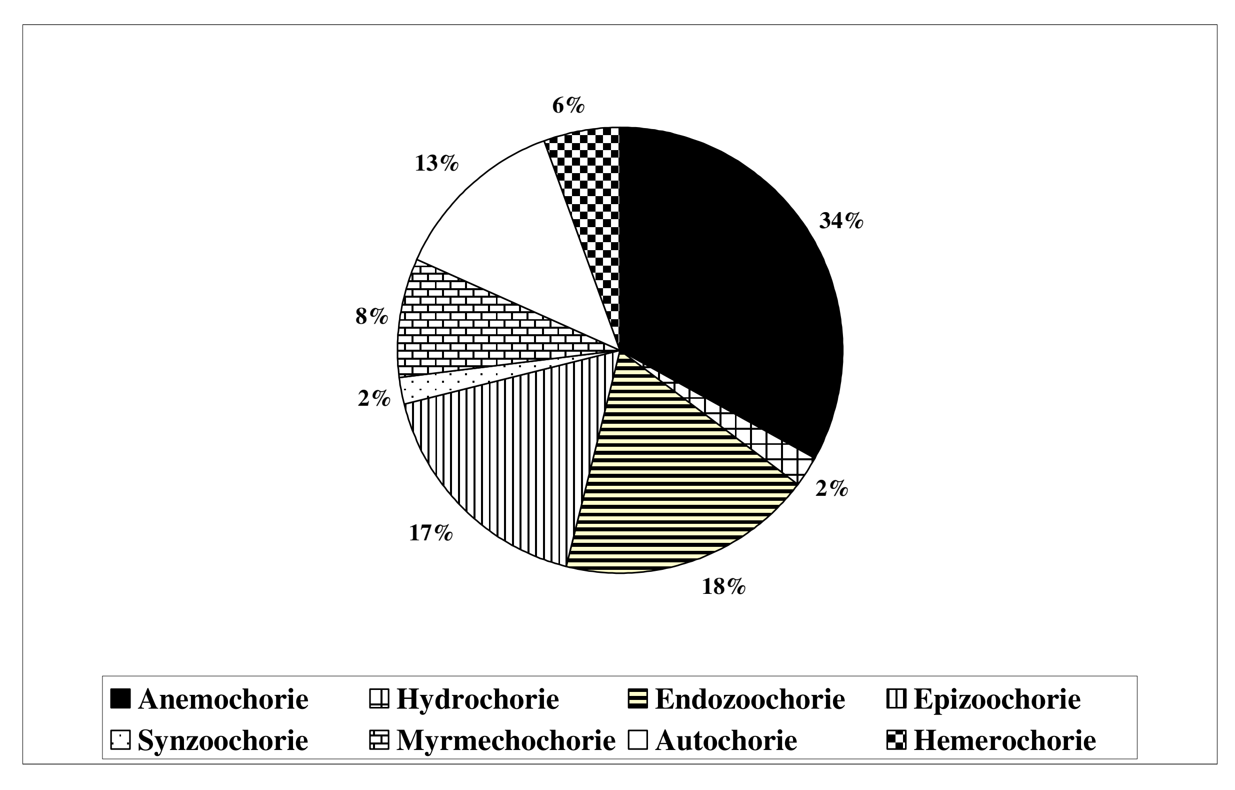


Abb. 31: Prozentuale Verteilung der Ausbreitungsstrategie der am Aufbau der spontan entstandenen Industriewälder beteiligten Gefäßpflanzensippen (n = 375)

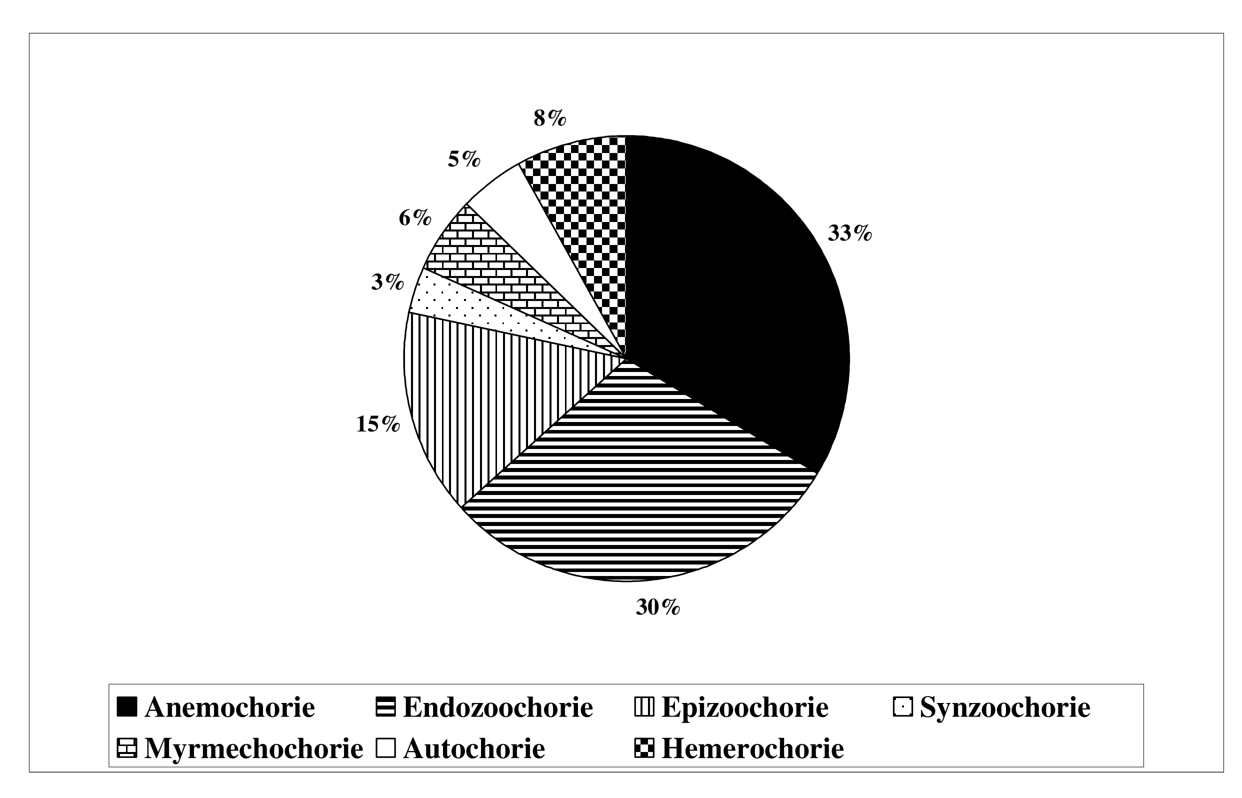


Abb. 32: Prozentuale Verteilung der Ausbreitungsstrategie der am Aufbau der Robinienforste beteiligten Gefäßpflanzensippen (n = 88)

Ausbreitung der Diasporen durch Wasser (Hydrochorie) spielt kaum eine Rolle bei der Ausbreitung der nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder und macht lediglich 2 % am Ausbreitungsspektrum aus. Sippen der spontanen Industriewälder, deren Diasporen u. a. durch Hydrochorie ausgebreitet werden können, waren *Persicaria hydropiper*, *Rumex crispus*, *Scrophularia auriculata*, *Sedum acre* und *Veronica serpyllifolia*. Solche Sippen, deren Diasporen ohne ein Transportmedium selbstständig ausgebreitet werden (Autochorie), waren insgesamt mit 13 % am Sippenspektrum vertreten. Anscheinend ist ein Teil der Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder durchaus in der Lage, die oftmals isolierten Industriebrachen auch eigenständig zu erreichen. Autochore Sippen der spontanen Industriewälder umfassen z. B. *Ajuga reptans* s.str., *Calystegia sepium*, *Cardamine flexuosa*, *C. hirsuta*, *Lamium maculatum*, *Lathyrus pratensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Melilotus officinalis*, *Persicaria amphibia* var. *terrestre* sowie *Stachys sylvatica*.

Ebenso wie in den spontanen Industriewäldern stellen die anemochoren Gefäßpflanzensippen in den Robinienforsten ein Drittel (33 %) des Gesamtsippeninventars (s. Abb. 32). Der Anteil der durch Tierausbreitung verbreiteten Sippen ist in der Summe mit 54 % am Gesamtsippeninventar der untersuchten Robinienforste sogar noch höher als in den spontanen Industrie-

wäldern. Innerhalb der Tierausbreitung ist die Endozoochorie mit 30 % am stärksten vertreten und liegt wesentlich höher als in den spontanen Industriewäldern (18 %). Die weiteren Typen der Tierausbreitung erreichen in den Robinienforsten ähnliche Werte wie in den spontanen Industriewäldern (s. Abb. 31 u. 32). Epizoochore Sippen sind mit 15 % am Gesamtsippen-inventar der Robinienforste vertreten, myrmechochore Sippen mit 6 % (8 % in den spontanen Industriewäldern) und synzoochore Sippen mit 3 % (2 % in den spontanen Industriewäldern). Autochore Sippen waren mit 5 % wesentlich weniger stark in den Robinienforsten vertreten als in den spontanen Industriewäldern (13 %).

Die durch direkten menschlichen Einfluss ausgebreiteten Sippen (Hemerochore) machen mit 8 % des Gesamtinventars etwas mehr aus als in den spontanen Industriewäldern (6 %). Sie umfassen in den künstlich begründeten Robinien-Beständen die forstlich eingebrachten Sippen *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus glabra* und *Alnus incana* sowie passiv durch Garten-abfälle oder unbeabsichtigt verschleppte Sippen wie *Viola odorata* und *Fallopa japonica*. Hydrochore Sippen traten in den Robinienforsten nicht auf (s. Abb. 32).

8.6.7 Lebensformenspektrum und physiognomische Typisierung verschiedener Altersstadien der Gehölzsukzession

Phanerophyten (Makro-, Meso- und Nano-Phanerophyten, phanerophytische Lianen) machen insgesamt 40 % am Gesamtsippenspektrum der untersuchten spontanen Industriewälder (n = 375) aus (s. Abb. 33). Am stärksten vertreten sind die Hemikryptophyten einschließlich hemikryptophytischer Lianen mit insgesamt 42 %. Die restlichen Lebensformen sind in den spontanen Industriewäldern prozentual nur wenig repräsentiert, Therophyten machen 10 % des Gesamtsippeninventars aus. Der Anteil der Geophyten ist mit 6 % am Lebensformen-spektrum vermutlich wegen der Geringmächtigkeit der Rohböden (Lockersyroseme, Rego-sole, Pararendzinen) gering. Am wenigsten vertreten waren die Chamaephyten mit 2 % (s. Abb. 33). Neben den stark vertretenen Hemikryptophyten, welche in den sommergrünen Laubwäldern des humiden Mitteleuropas die dominante Lebensform darstellen (HOFMANN 1985), fallen im Lebensformenspektrum (Biospektrum) der spontanen Industriewälder die hohen Anteile der Makro-Phanerophyten mit 16 % und der Nano-Phanerophyten mit 17 % ins Auge. Diese Werte spiegeln den hohen Anteil an großwüchsigen Laub- und Nadelgehölzen sowie der *Rubus*-Sippen in diesen Wäldern wider (vgl. Anhang II). Die konkurrenzschwachen Chamaephyten spielen in den spontanen Industriewäldern so gut wie kaum eine Rolle.

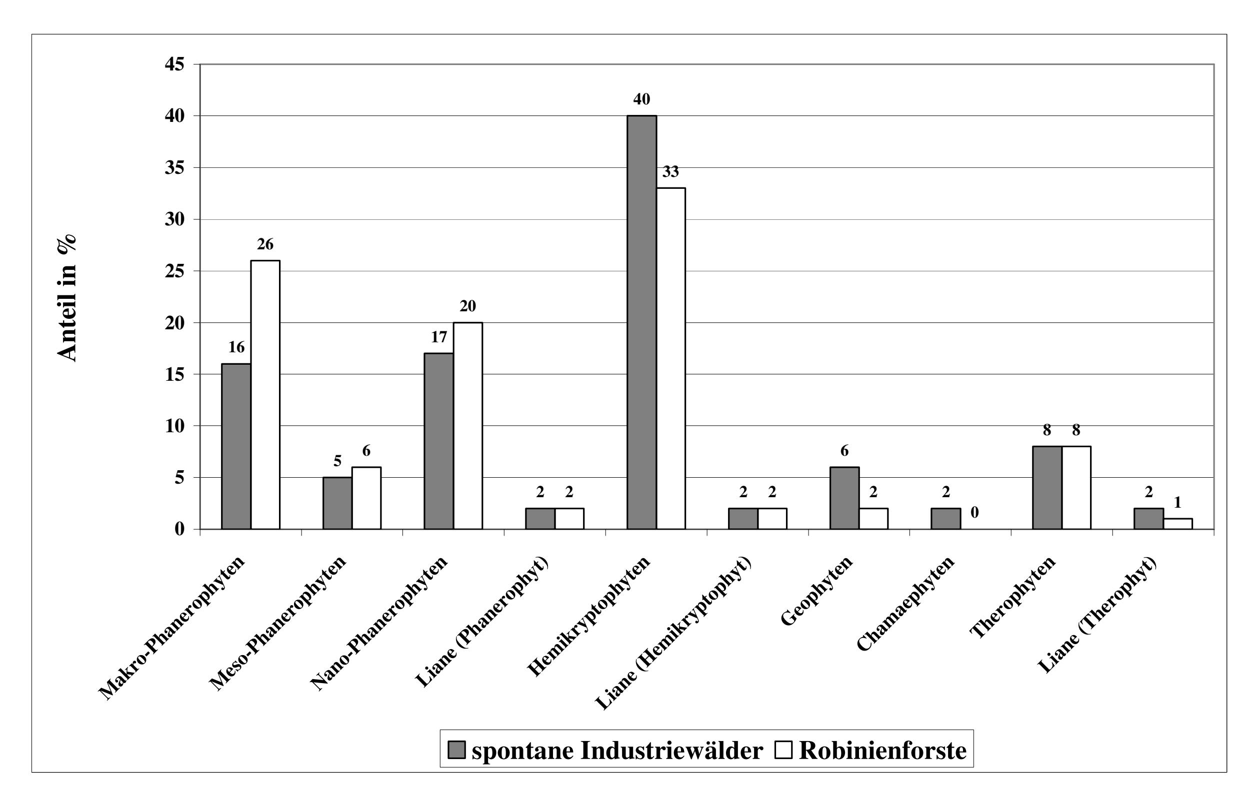


Abb. 33: Lebensformenspektrum der Gefäßpflanzensippen spontaner Industriewälder (n = 375) und der Robinieforste (n = 88) im Vergleich

Im Vergleich zu den spontanen Industriewäldern ist der Anteil der Phanerophyten in den untersuchten Robinienforsten mit 52 % sogar noch höher (s. Abb. 33). Auch hier pausen sich die hohen Anteile von großwüchsigen Laub- und Nadelgehölzen (Makro-Phanerophyten) mit 26 % und der *Rubus*-Sippen und weiteren niedrigwüchsigen Sträuchern (Nano-Phanerophyten) mit 20 % im Lebensformenspektrum durch (vgl. Anhang III). Hemikryptophyten einschließlich hemikryptophytischer Lianen machen 35 % des Lebensformenspektrums der Robinienforste aus. Die Therophyten (inklusive therophytischer Lianen) erreichen mit insgesamt 9 % noch einen höheren Anteil. Der Anteil an Geophyten war mit 2 % in den untersuchten Robinienforsten ausgesprochen gering, Chamaephyten traten in diesen überhaupt nicht auf (s. Abb. 33).

Physiognomische Typisierung verschiedener Altersstadien der Gehölzsukzession auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet

Die spontan entstandenen Gehölzbestände auf urbanen und urban-industriellen Brachflächen vermitteln häufig nicht nur floristisch, sondern auch physiognomisch ein recht heterogenes Bild, da sich im Verlaufe der Sukzession und der Entwicklung von Gebüschen hin zu

Vorwäldern und Pionierwäldern das Aussehen der Pflanzendecke massiv verändern kann. Daher soll an dieser Stelle auch eine physiognomische Typisierung sowie eine dynamische Längsschnittanalyse der Gehölzsukzession unterschiedlich alter spontaner Gehölzbestände auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet vorgenommen werden. Auf die Schwierigkeiten bei der Abgrenzung der beiden Formationen Gebüsch und Wald wurde bereits in Kap. 6.7.1 näher eingegangen.

REBELE & DETTMAR (1996) erwähnen, dass für viele Gebüsche und Pioniergehölze auf Brachflächen charakteristisch ist, dass sie von dichten Schleiern entweder von *Clematis vitalba* oder *Humulus lupulus* überzogen sind. Solche Lianen-Schleier verleihen diesen Gehölzbeständen oftmals einen besonderen, urwaldartigen Charakter (s. Abb. 35). Bereits HURTIENNE (1990) unterscheidet bezüglich der Altersentwicklung der Sukzession auf Bergehalden im Ruhrgebiet fünf Sukzessionsstadien, die vornehmlich nach der Baumhöhe von *Betula pendula* sowie der allgemeinen Bestandsstruktur der Vegetation gegliedert waren. Dieses Gliederungsschema von HURTIENNE (1990) dient als Grundlage der physiognomischen Klassifikation der Gehölzsukzession im Rahmen der vorliegenden Arbeit, wird aber um einige floristische und strukturelle Details erweitert. Des Weiteren wurde ein Versuch vorgenommen, die physiognomische Gliederung der Gehölzsukzession nicht nur für Bergehalden, sondern für alle im Ruhrgebiet auftretenden Brachflächentypen anwendbar zu machen.

1. **Initialstadium (1-3 Jahre nach Brachfallen)**
   Lückige Pioniervegetation aus poikilohydren Niederen Pflanzen (Algen, Flechten, Moose) und/oder krautigen Arten der Höheren Pflanzen, meistens Therophyten, in der Regel weniger als 5 % Deckung der Vegetation. Vereinzelt treten die ersten anemochoren Pioniergehölze auf, zumeist *Betula pendula*, seltener auch *Buddleja davidii*, *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Populus alba*, *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden sowie *Populus maximowiczii*-Hybriden.

2. **Kraut- und Staudenfluren, junges Gehölzstadium (4-5 Jahre nach Brachfallen)**
   Lösen das Initialstadium ab und weisen sowohl eine höhere Artenvielfalt als auch höhere Deckungsgrade auf. Hemikryptophyten, vor allem bienne Sippen (*Oenothera*, *Verbascum*, *Senecio* u. a.) nehmen auf Kosten der Therophyten zu. Der Anteil der anemochoren Arten nimmt zugunsten der zoochoren Arten ab. Konkurrenzfaktoren

zwischen den einzelnen Pflanzen kommt eine zunehmende Bedeutung zu. Neben *Betula pendula* und anderen Pioniergehölzen treten vereinzelt Brombeer-Sippen, meist *Rubus elegantispinosus* und *Rubus armeniacus*, hinzu. Häufig bildet sich ein kleinräumiges Mosaik aus Stauden, Gräsern und dem spontanen Jungwuchs der Gehölze.

3. Gebüsch- und Gestrüppstadium (10-15 Jahre nach Brachfallen)

Es stocken lockere, 1-2 m hohe Gebüsche aus Pionierbäumen (*Betula pendula*, *Salix caprea*, *Salix* div. spec., *Crataegus monogyna* s.l., *Populus tremula* u. a.) und/oder basitonen Sträuchern (z. B. *Buddleja davidii*, *Cornus sanguinea*, *Rosa canina* s.l.) mit zumeist weniger als 50 % Deckung unregelmäßig verteilt über die Fläche oder Dominanz von Scheinsträuchern der Gattung *Rubus*, welche bereits undurchdringbare Bestände aufgebaut haben. Die Pionierbaumarten weisen nicht nur altersbedingt eine Strauchform auf, sondern häufig auch durch Verbiss von Herbivoren bedingt. Im Unterwuchs kann es in der Krautschicht bereits zur Ausbildung einer dichten Grasnarbe aus anspruchslosen Gräsern kommen.

4. Haine (15-40 Jahre nach Brachfallen):

Die lichten, zumeist von *Betula pendula* dominierten spontanen Industriewälder ähneln von der Physiognomie oftmals natürlichen Hainen. Diese Birkenhaine sind als Grasland durch eine Dominanz von hemikryptophytischen Gräsern (auf den Industriebrachflächen meistens *Calamagrostis epigejos*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* und *Dactylis glomerata*) in der Krautschicht und einer diffusen, lückigen Anordnung von über fünf Meter hohen akrotonen Bäumen, die locker über die Fläche verteilt sind, charakterisiert (s. Abb. 34). Der Kronenschluss der ersten Baumschicht beträgt meist weniger als 30 %. Diese Haine können oftmals bereits einen waldartigen Eindruck vermitteln und eine längere Lebensdauer haben. Solche lichten Birkenhaine können beispielsweise dadurch entstehen, wenn *Betula pendula* es schafft, in die dichten Bestände von *Calamagrostis epigejos* oder in ruderale Glatthaferwiesen mit *Arrhenatherum elatius* (vgl. Kap. 7.1) einzuwandern und der Baumjungwuchs schließlich Baumhöhe erreicht.



Abb. 34: Lichter Birkenhain mit gut ausgebildeter Krautschicht aus Gräsern auf der Untersuchungsfläche Gleisdreieck Frintrop (Essen-Frintrop)

5. Vorwaldstadium / Pionierwaldstadium (15-40 Jahre nach Brachfallen):

Aus den lockeren Gebüsch- und Gestrüppstadien entwickelt sich ein niedriger, meist einschichtiger Vorwald, der durch einen zunehmenden Kronenschluss gekennzeichnet ist. Werden die Bestände von *Betula pendula* dominiert, ist damit eine Astreinigung der unteren Äste von *Betula pendula*-Individuen verbunden. Kleinere Bäume der Pionierbaumarten müssen durch den zunehmenden Lichtverlust eine Vitalitätsabnahme hinnehmen, die Anzahl der Einzelindividuen unter den Gehölzen wird dadurch reduziert. Im Verlaufe der Alterung von Birken-dominierten Hainen oder Gebüschen und Gestrüppen nimmt im Vorwald die Dominanz der hemikryptophytischen Gräser zugunsten einer mehr oder weniger dichten Strauchschicht aus Nano- und Meso-Phanerophyten ab. Dabei kann die zumeist gut ausgebildete Strauchschicht auf zwei unterschiedlichen Wegen entstehen. Die verschiedenen Sträucher und Strauchbestände können zum einen als Relikte vorangegangener Sukzessionsstadien lange Zeit in Pionierwäldern bestehen bleiben und lichten sich nur allmählich auf. Zum anderen kann es aber auch der Fall sein, dass die Sträucher und Waldbaumarten erst nach und nach in die noch lichten, von Gräsern dominierten Vorwälder einwandern und dann eine Strauchschicht aufbauen.

Die Strauchschicht der spontanen Vorwälder wird in der weiteren Entwicklung der Bestände immer dichter und ist in der Regel gut ausgebildet, in manchen Fällen sogar so dicht, dass sie eine Begehung unmöglich machen. Das Sippenspektrum der Strauchschicht setzt sich dabei sowohl aus heranwachsenden Laubbäumen der *Querco-Fagetea*, vor allem *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Prunus serotina*, *P. padus* und *P. avium*, als auch aus Sippen der *Rhamno-Prunetea*, hier vor allem *Crataegus monogyna* s.l., *Cornus sanguinea*, *C. sericea*, *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Lonicera xylosteum* sowie verschiedene *Rubus*-Sippen, zusammen. Brombeeren sind in den spontanen Vorwäldern auf Industriebrachflächen omnipräsent und können sowohl in der Strauch- als auch der Krautschicht auftreten. Insgesamt war die Gattung *Rubus* mit 24 Sippen in den untersuchten spontanen Vorwäldern vertreten. Allen voran erreichen *Rubus elegantispinosus*, *R. armeniacus* und *R. camptostachys* die höchsten Stetigkeiten. Eine Vielzahl an anderen Sippen sind sehr viel seltener, so z. B. *Rubus adornatoides*, *R. adspersus*, *R. crassidens*, *R. dumetorum* agg., *R. gratus*, *R. lasiandrus*, *R. macrophyllus*, *R. nemerosus*, *R. parahebecarpus*, *R. rudis*, *R. schleicheri*, *R. sprengelii*, *R. vinetorum* und *R. winteri*.

6. Waldstadium (40 Jahre und länger nach Brachfallen):

Mehrschichtiges Dauerstadium aus 10-15 Meter hohen akrotonen Bäumen (z. B. *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Salix alba*, *Populus tremula*, *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden). Der Kronenschluss der ersten Baumschicht beträgt meist deutlich mehr als 50 %. Hohe und mehrschichtige Birkenwälder kennzeichneten die ältesten von HURTIENNE (1990) untersuchten Bergehalden im Ruhrgebiet. Sie waren häufig durch eine zweite Baumschicht unter hohen, sehr locker stehenden Birken gekennzeichnet.

Die zweite Baumschicht kann in diesem Altersstadium dabei sowohl aus den Pionierbaumarten selbst, von *Sorbus aucuparia* oder auch von Waldbaumarten möglicher Waldfolgestadien aufgebaut werden. Vor allem Edellaubgehölze wie *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* oder *P. padus* und auch bereits *Quercus robur* finden sich in der zweiten Baumschicht. Insbesondere *Salix caprea*, aber auch erste Individuen von *Betula pendula* zeigen bereits Anzeichen von Überalterung und Zusammenbruch. Liegendes und stehendes Totholz kommt daher häufig bereits als Strukturelement in diesem Altersstadium vor.

Typisch für dieses ältere Stadium der Gehölzsukzession sind oftmals ein Reichtum an Farnen wie *Dryopteris filix-mas* und anderen Farn-Sippen, welche mit den schattigen Lichtverhältnissen am Waldboden zurecht kommen, sowie ein Bewuchs aus an den Bäumen empor kletternden holzigen und krautigen Lianen wie *Clematis vitalba* und *Humulus lupulus* (s. Abb. 35).



Abb. 35: Schleier der Liane *Humulus lupulus* in einem Birken-dominierten Vorwald auf der Brache der ehemaligen Zeche und Kokerei Pluto V (Herne-Wanne)

8.7 Waldentwicklung

Die mögliche Weiterentwicklung der untersuchten Industriewald-Bestände im Ruhrgebiet anhand diagnostisch wichtiger Waldarten aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften abschätzen zu können, war ein Ziel der vorliegenden Arbeit (vgl. Kap. 2). In diesem Zusammenhang sind auch Aspekte der Altersstruktur der Industriewälder von Bedeutung.

8.7.1 Nachgewiesene Waldarten

Um Aussagen über eine mögliche syndynamische Weiterentwicklung der untersuchten Industriewälder treffen zu können, kommt den Pflanzenarten, die natürlicherweise ihren Verbreitungsschwerpunkt und Gesellschaftsanschluss in *Querco-Fagetea*-Gesellschaften besitzen, eine besondere diagnostische Bedeutung zu, vor allem den Baumarten. Als

Indikatoren für eine mögliche Gesellschaftsentwicklung der Vorwald-Bestände können demnach die Nachweise solcher Arten dienen, welche auch in unseren in Mitteleuropa verbreiteten, natürlichen sommergrünen Laubwäldern vorkommen. Diese Waldarten spätsukzessionaler Vorwald-Stadien können wichtige Hinweise auf mögliche Wald-Folgestadien geben (KLEINKNECHT 2001). Der Gesellschaftsanschluss richtet sich bei den Höheren Pflanzen (Kräuter, Gehölze) nach OBERDORFER (1994). Da bei den meisten Moosarten die genaue Soziologie noch nicht ausreichend erforscht ist bzw. die meisten Wald bewohnenden Moose eine weite soziologische Amplitude aufweisen, wurde statt des genauen Gesellschaftsanschlusses eine Beschreibung ihrer ökologischen Standortsansprüche vorgenommen, die sich nach DÜLL (1987) sowie FRAHM & FREY (2004) richtet.

Nachgewiesene Waldarten der spontanen Industriewälder

Die Brombeeren (*Rubus*) wurden in der Auswertung ebenfalls zu den Gehölzen gezählt, da sie zumindest an der Sprossbasis verholzen. Insgesamt konnten 20 holzige und 33 krautige Waldarten sowie 10 Wald bewohnende Moose in den spontanen Industriewäldern nachgewiesen werden (s. Tab. 23 bis 25). Zunächst wird ersichtlich, dass die krautigen Waldarten zwar zahlreicher in den spontanen Industriewäldern auftreten als die holzigen Waldarten (s. Tab. 23 u. 24), jedoch mit einer sehr viel geringeren absoluten Häufigkeit (Hfg.) vorhanden sind. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass es für die krautigen Waldarten schwerer ist, die isolierten Industriewälder, die häufig durch ihre zentrale Lage im urbanen Raum gekennzeichnet sind, zu erreichen. Die häufigste Waldart unter den Gehölzen war *Quercus robur* (s. Tab. 23), welche vor allem durch Synzoochorie ausgebreitet wird. Speicher anlegende Tierarten wie Nagetiere (Eichhörnchen, Mäuse) und Vögel (Eichelhäher und andere Rabenvögel) sind demnach für die Ausbreitung der Stiel-Eiche von großer Bedeutung.

Anemochorie ist sowohl für die holzigen als auch die krautigen Waldarten der effektivste Ausbreitungsvektor (s. Abb. 36). So waren nach der Stiel-Eiche anemochore Baumarten wie *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* und *Carpinus betulus* am häufigsten vertreten. Auch Endozoochorie ist für die holzigen Waldarten von Bedeutung, vor allem für *Prunus avium*, *P. padus*, *Ilex aquifolium*, *Hedera helix*, *Lonicera periclymenum*, *Taxus baccata*, *Rubus pyramidalis* und *R. schleicheri*. Epizoochorie, Myrmechochorie und Hemerochorie spielen für die Gehölze unter den Waldarten keine Rolle (s. Abb. 36). Einige der nachgewiesenen krautigen Waldbodenpflanzen breiten sich ausschließlich durch Myrmechochorie aus, diese waren in den spontanen Industriewäldern allesamt sehr selten. Hierzu

zählen *Anemone nemerosa* und *Moehringia trinervia*, die nur durch Ameisen ausgebreitet werden. Weitere myrmechochore krautige Waldarten, die jedoch auch in Kombination mit anderen Ausbreitungsvektoren wie Epizoochorie, Autochorie oder Anemochorie ausgebreitet werden, waren *Carex sylvatica*, *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum*, *H. sabaudum* agg., *Mycelis muralis*, *Ranunculus ficaria*, *Veronica officinalis* und *Viola reichenbachiana* agg. Eine der häufigsten krautigen Waldarten in den spontanen Industriewäldern war die anemochore Orchidee *Epipactis helleborine*, welche als eine der wenigen Orchideenarten in Mitteleuropa auch ruderale Standorte besiedelt (WITTIG & WITTIG 2007). Unter den Farnpflanzen war *Dryopteris filix-mas* die häufigste nachgewiesen Art. Nach WITTIG (2000) ist *Dryopteris filix-mas* in der städtischen Pteridophyten-Flora die häufigste Art, da sie nur geringe Standortsansprüche stellt und daher die weiteste Verbreitung von allen Farnpflanzen in Städten aufweist. Seltener waren *Dryopteris dilatata*, *D. carthusiana*, *Athyrium filix-femina*, *Pteridium aquilinum*, *Polystichum aculeatum* und *Dryopteris borreri*. Die letzten beiden genannten Arten konnten nur einmal in den Aufnahmeflächen nachgewiesen werden (s. Tab. 24).

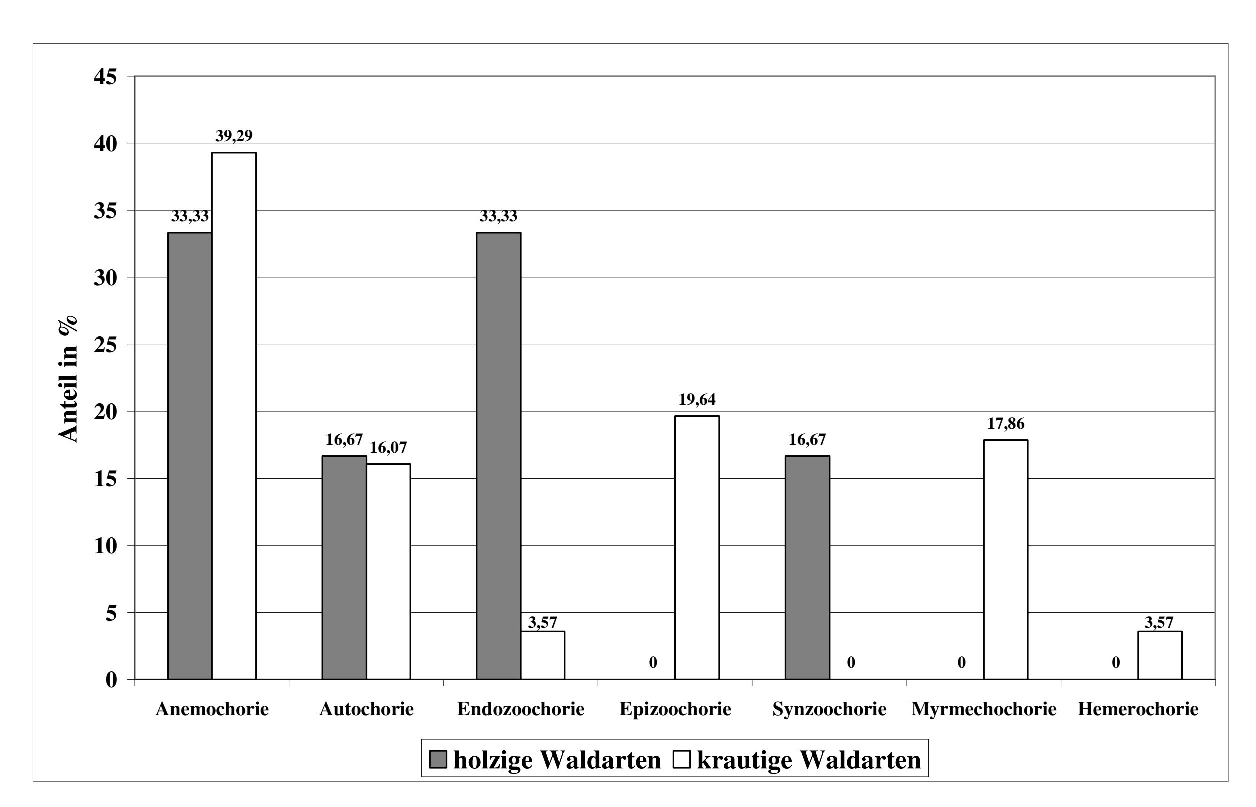


Abb. 36: Ausbreitungsweisen holziger Waldarten (n = 20) und krautiger Waldarten (n = 33) spontaner Industriewälder im Vergleich

Tab. 11: In spontanen Industriewäldern durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 316) nachgewiesene holzige Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten)

Taxon Gehölze	**Hfg.**	**Gesellschaftsanschluss nach OBERDORFER (1994)**
Acer campestre	180	*Querco-Fagetea* (Schwerpunkt *Alno-Ulmion*, *Carpinion betuli*)
Acer platanoides[1]	128	*Tilio-Acerion*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften
Acer pseudoplatanus[1]	208	*Tilio-Acerion*, *Aceri-Fagenion*, *Alno-Ulmion*
Carpinus betulus	112	*Carpinion betuli*, *Fagion sylvaticae*
Fagus sylvatica	29	*Querco-Fagetea*
Fraxinus excelsior	223	*Alno-Ulmion* (Schwerpunkt), frische *Fagetalia*-Gesellschaften, *Tilio-Acerion*
Hedera helix	21	*Querco-Fagetea*
Ilex aquifolium	35	*Querco-Fagetea* (Schwerpunkt *Quercion roboris* und *Luzulo-Fagenion*)
Lonicera periclymenum	7	*Quercion roboris,* saure *Fagetalia*-Gesellschaften
Prunus avium	134	*Carpinion betuli*, *Fagion sylvaticae*, *Alno-Ulmion*
Prunus padus	75	*Alno-Ulmion* (Schwerpunkt), feuchte *Fagetalia*-Gesellschaften
Quercus petraea[2]	11	*Querco-Fagetea*
Quercus robur	267	*Querco-Fagetea*
Quercus ×rosacea	4	*Querco-Fagetea*
Rubus pyramidalis	61	*Quercion roboris*, saure *Fagetalia*-Gesellschaften
Rubus schleicheri	1	*Luzulo-Fagenion* (Schwerpunkt), *Carpinion betuli*, *Vaccinio-Piceion*
Taxus baccata[1]	21	*Fagion sylvaticae*, *Tilio-Acerion*, *Quercion pubescenti-petraeae*
Tilia cordata[1]	28	*Carpinion betuli*, *Tilio-Acerion*, *Quercion roboris*, *Alno-Ulmion*
Tilia platyphyllos[1]	5	*Tilio-Acerion*, *Fagion sylvaticae*
Ulmus glabra[2]	5	*Tilio-Acerion*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften, *Alno-Ulmion*

[1] = Art im Ruhrgebiet nicht indigen (vgl. Anhang II)
[2] = Status der Art im Ruhrgebiet zweifelhaft (vgl. Kap. 5.3 u. Anhang II)

Betrachtet man, in welchen Gesellschaften die nachgewiesenen holzigen und krautigen Waldarten ihre soziologische Bindung haben, sind dies überwiegend die Klasse *Querco-Fagetea* (Sommergrüne Laubwälder) und innerhalb dieser die Ordnung *Fagetalia sylvaticae* (Buchen- und Edellaubmischwälder) (s. Tab. 11 u. 12). Auffällig ist jedoch, dass vor allem in den bodensauren Gesellschaften dieser Ordnungsstufen (*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*) ein Großteil der Waldarten ihren Schwerpunkt hat. Dazu zählen *Lonicera periclymenum*, *Ilex aquifolium*, *Rubus pyramidalis*, *R. schleicheri*, *Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia*, *Veronica officinalis*, *Pyrola minor*, *Carex pilulifera*, *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum* und *H. sabaudum* agg. Eine Vielzahl der nachgewiesenen Waldarten sind demnach Säurezeiger. Auch unter den überwiegend Wald bewohnenden Moosen finden sich mit *Polytrichum formosum*, *Scleropodium purum* und *Dicranella heteromalla* Säure ertragende Arten (s. Tab. 13). Basiphile Waldarten waren dagegen weitaus seltener in den spontanen Industriewäldern vertreten. Hierzu zählen *Arum maculatum*, *Carex sylvatica* und *Galium odoratum* (s. Tab. 12). Basenreichere, wenn auch mitunter kalkarme Standorte besiedeln die Moose *Atrichum undulatum*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Thuidium tamariscinum* (s. Tab. 13).

Tab. 12: In spontanen Industriewäldern durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 316) nachgewiesene krautige Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten)

Taxon krautige Pflanzen	**Hfg.**	**Gesellschaftsanschluss nach OBERDORFER (1994)**
Anemone nemerosa	1	*Querco-Fagetea* (Schwerpunkt *Fagion sylvaticae* u. *Carpinion betuli*)
Arum maculatum	2	*Fagetalia sylvaticae* (frische Ausbildungen)
Athyrium filix-femina	13	*Fagion sylvaticae*, *Carpinion betuli*, *Alno-Ulmion*
Brachypodium sylvaticum	5	*Querco-Fagetea*
Cardamine flexuosa	2	*Pruno-Fraxinetum*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften
Carex pilulifera	2	*Luzulo-Fagenion*
Carex sylvatica	1	*Fagetalia sylvaticae*
Circaea lutetiana	49	*Fagetalia sylvaticae*
Convallaria majalis	1	*Querco-Fagetea*
Deschampsia flexuosa	18	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*
Dryopteris borreri.	1	*Fagetalia sylvaticae*
Dryopteris carthusiana	15	*Alno-Ulmion*, *Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*
Dryopteris dilatata	18	*Fagion sylvaticae*
Dryopteris filix-mas	99	*Fagetalia sylvaticae*
Epipactis helleborine	75	*Fagetalia sylvaticae*, *Quercion pubescenti-petraeae*
Galium odoratum[1]	1	*Fagion sylvaticae* (Schwerpunkt), *Carpinion betuli*
Hieracium lachenalii	29	*Quercion roboris*
Hieracium laevigatum	3	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*
Hieracium sabaudum agg.	42	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*
Matteuccia struthiopteris[1]	1	*Alno-Ulmion*
Milium effusum	1	*Fagetalia sylvaticae*
Moehringia trinervia	7	*Querco-Fagetea*
Mycelis muralis	9	*Querco-Fagetea* (Störungszeiger)
Poa nemoralis	92	*Querco-Fagetea*
Polystichum aculeatum	1	*Tilio-Acerion*, *Fagion sylvaticae*
Pteridium aquilinum	11	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion*
Pyrola minor	1	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion,* auch *Piceetalia*
Ranunculus ficaria	1	*Fagetalia sylvaticae*
Scrophularia nodosa	40	*Fagetalia sylvaticae* (Störungszeiger)
Stachys sylvatica	3	*Fagetalia sylvaticae*
Teucrium scorodonia	6	*Quercion roboris*
Veronica officinalis	5	*Quercion roboris*, *Luzulo-Fagenion,* auch *Vaccinio-Piceetea*
Viola reichenbachiana agg.	5	*Quercion roboris*, *Fagetalia sylvaticae*, *Quercion pubescenti-petraeae*

[1] = Vorkommen vermutlich aus Gartenabfällen hervorgegangen (vgl. Anhang II)

Tab. 13: In spontanen Industriewäldern durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 316) nachgewiesene Wald bewohnende Moosarten

Taxon Moose	Hfg.	Ökologie nach DÜLL (1987) und FRAHM & FREY (2004)
Atrichum undulatum[1]	109	Offenerdige, basenreichere, feuchte und lehmige Pionierstandorte in Wäldern
Dicranella heteromalla	1	Helle bis schattige, kalkfreie Pionierstandorte in Wäldern
Dicranum scoparium[2]	8	Kalkmeidend, besonders auf Rohhumus in Nadelwäldern und -forsten
Eurhynchium praelongum[3]	13	Feuchtschattige, kalkarme Lauwälder
Fissidens taxifolius	1	Offenerdige, lehmige oder tonige Standorte
Hypnum cupressiforme	16	Lichte bis schattige Wälder, auch auf offenerdigen Standorten
Polytrichum formosum	54	Schwach saure, kalk- und basenarme Waldböden, oft auf Rohhumus
Rhytidiadelphus triquetrus	12	Hpts. in Kalkgebieten auf basenreichen Böden, in lichten Wäldern und Waldsäume
Scleropodium purum	85	Schattige Waldböden, Schwachsäurezeiger v. a. in lichten Kiefernforsten
Thuidium tamariscinum	22	Humose, basenreiche aber kalkarme Standorte in schattig-feuchten Wäldern

[1] = DÜLL (1987) berichtet von schadstoffresistenten Chromosomen-Typen der Art in Industriegebieten

[2] = nach DÜLL (1987) im Industriebereich nur steril vorkommend

[3] = besiedelt im Stadtbereich nach DÜLL (1987) auch eutrophierte Standorte

Nachgewiesene Waldarten der Robinienforste

In den untersuchten Robinienforsten auf Haldenstandorten im Ruhrgebiet traten holzige und krautige Waldarten quantitativ sowohl in der Anzahl der Arten als auch in deren Häufigkeit wesentlich geringer auf als in den spontanen Industriewäldern (s. Tab. 14 u. 15). Jedoch muss hierbei berücksichtigt werden, dass die Stichprobengröße mit 20 Vegetationsaufnahmen wesentlich niedriger lag als in den spontanen Industriewäldern mit einer Stichprobengröße von 316. Obwohl *Querco-Fagetea*-Arten prozentual am Gesamtartenspektrum den größten Anteil haben (vgl. Kap. 8.6.2), sind sie nur durch eine geringe Häufigkeit in den Aufnahmen gekennzeichnet (s. Tab. 14 u. 15). In den Robinienforsten waren anemochore holzige Waldarten wie *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra* und *Carpinus betulus* am häufigsten vertreten (s. Tab. 12). Seltener waren endozoochore Gehölze wie *Prunus padus*, *P. avium*, *Ilex aquifolium*, *Hedera helix* und *Taxus baccata*. Es trat jedoch auch *Quercus robur* in sieben Aufnahmen auf, welche durch Autochorie und Synzoochorie ausgebreitet wird. Gravierend ist der Mengenunterschied der Robinienforste im Vergleich zu den spontanen Industriewäldern was die Anzahl der krautigen Waldarten betrifft. Nur fünf krautige Waldarten konnten in den Robinienforsten nachgewiesen werden. Unter ihnen waren anemochore Farne wie *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris dilatata* am häufigsten. Bemerkenswert ist, dass in den durch ausgesprochen saure Standortsverhältnisse (pH 4-5) gekennzeichneten Robinienforsten keine Säurezeiger unter den krautigen Waldarten nachgewiesen werden konnten. Lediglich das Wald bewohnende Moos *Dicranella heteromalla* deutet auf die sauren Bedingungen hin (s. Tab. 16).

Tab. 14: In Robinienforsten durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 20) nachgewiesene holzige Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten)

Taxon Gehölze	**Hfg.**	**Gesellschaftsanschluss nach OBERDORFER (1994)**
Acer platanoides[1]	2	*Tilio-Acerion*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften
Acer pseudoplatanus[1]	15	*Tilio-Acerion*, *Aceri-Fagenion*, *Alno-Ulmion*
Carpinus betulus	1	*Carpinion betuli*, *Fagion sylvaticae*
Fraxinus excelsior	10	*Alno-Ulmion* (Schwerpunkt), frische *Fagetalia*-Gesellschaften, *Tilio-Acerion*
Hedera helix	2	*Querco-Fagetea*
Ilex aquifolium	4	*Querco-Fagetea* (Schwerpunkt *Quercion roboris* und *Luzulo-Fagenion*)
Prunus avium	6	*Carpinion betuli*, *Fagion sylvaticae*, *Alno-Ulmion*
Prunus padus	3	*Alno-Ulmion* (Schwerpunkt), feuchte *Fagetalia*-Gesellschaften
Quercus robur	7	*Querco-Fagetea*
Taxus baccata[1]	1	*Fagion sylvaticae*, *Tilio-Acerion*, *Quercion pubescenti-petraeae*
Ulmus glabra[2]	3	*Tilio-Acerion*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften, *Alno-Ulmion*

[1] = Art im Ruhrgebiet nicht indigen (vgl. Anhang II)
[2] = Status der Art im Ruhrgebiet zweifelhaft (vgl. Kap. 5.3 u. Anhang II)

Tab. 15: In Robinienforsten durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 20) nachgewiesene krautige Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten)

Taxon krautige Pflanzen	**Hfg.**	**Gesellschaftsanschluss nach OBERDORFER (1994)**
Athyrium filix-femina	7	*Fagion sylvaticae*, *Carpinion betuli*, *Alno-Ulmion*
Dryopteris dilatata	7	*Fagion sylvaticae*
Dryopteris filix-mas	2	*Fagetalia sylvaticae*
Poa nemoralis	3	*Querco-Fagetea*
Scrophularia nodosa	1	*Fagetalia sylvaticae* (Störungszeiger)

Tab. 16: In Robinienforsten durch pflanzensoziologische Aufnahmen (n = 20) nachgewiesene Wald bewohnende Moosarten

Taxon Moose	**Hfg.**	**Ökologie nach DÜLL (1987) und FRAHM & FREY (2004)**
Atrichum undulatum[1]	7	Offenerdige, basenreichere, feuchte und lehmige Pionierstandorte in Wäldern
Dicranella heteromalla	1	Helle bis schattige, kalkfreie Pionierstandorte in Wäldern
Fissidens taxifolius	2	Offenerdige, lehmige oder tonige Standorte

[1] = DÜLL (1987) berichtet von schadstoffresistenten Chromosomen-Typen der Art in Industriegebieten

8.7.2 Altersstruktur

In der syndynamischen Entwicklung der spontanen Industriewälder zeichnet sich rezent ein deutlicher Trend ab: während die lichtbedürftigen Pioniergehölze *Betula pendula* und *Salix caprea* sich in den von ihnen dominierten Beständen nicht mehr selbst verjüngen können, dringen nach und nach großwüchsige Laubgehölze der *Querco-Fagetea* in die Vorwälder ein, sowohl Lichtholzarten wie *Quercus robur* als auch Halbschattholzarten wie *Acer*

pseudoplatanus, *A. platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior* sowie *Prunus avium* und bauen diese im Verlauf der weiteren Sukzessionsentwicklung ab (s. Abb. 37). Mit zunehmendem Alter der spontanen Industriewälder schließt sich das Kronendach weitgehend und die Lichtverhältnisse werden immer schattiger, bis die Phase des allmählichen Zusammenbruchs der Pionierbäume eingeleitet wird (vgl. Kap. 8.6.3). Die zeitliche Verzögerung der Schattholz-Halbschattholzart *Carpinus betulus* und der Schattholzart *Fagus sylvatica* liegt neben den in den spontanen Industriewäldern vorherrschenden Lichtverhältnissen vermutlich auch im Reifegrad der Böden begründet, da es sich bei ihnen um anspruchsvolle Gehölze handelt, die hohe Ansprüche an ihre Standorte stellen und auch in der Naturlandschaft keine Rohböden oder Extremstandorte besiedeln.

Auch das Pioniergehölz *Sorbus aucuparia* dringt erst zeitlich verzögert in die spontanen Industriewälder ein (s. Abb. 37), was möglicherweise mit der endozoochoren Ausbreitung, aber auch mit den Lichtbedürfnissen zusammenhängt. Die Eberesche hat noch einen deutlichen Schwerpunkt in der Krautschicht der untersuchten Industriewald-Bestände (s. Abb. 37). *Sorbus aucuparia* ist nach OBERDORFER (1994) ein Licht-Halbschattholz, daher empfindlicher gegenüber direkter Sonneneinstrahlung und verträgt weniger Lichtintensität als die Lichtholzarten *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea* und *Quercus robur*. Gleichzeit liegt jedoch auch das Lichtbedürfnis von *Sorbus aucuparia* niedriger als bei den genannten Lichtholzarten, d. h. *Sorbus aucuparia* kommt besser mit den halbschattigen Lichtverhältnissen in den Industriewäldern zurecht als die anderen Pionierbaumarten. Etwas anders ist das Auftreten von *Betula ×aurata* in den spontanen Industriewäldern zu interpretieren. Hierbei handelt es sich phylogenetisch wahrscheinlich um eine recht junge Sippe, die erst allmählich am Aufbau der Vorwälder beteiligt ist und daher in der ersten und zweiten Baumschicht nicht so stark repräsentiert ist wie in der Strauchschicht (s. Abb. 37). Jedoch auch *Betula ×aurata* verjüngt sich wie ihre Elternart *Betula pendula* nicht in dem Maße, dass ihre Populationen nachhaltig die noch von *Betula pendula* und *Salix caprea* dominierten Bestände im weiteren Sukzessionsverlauf ablösen könnten.

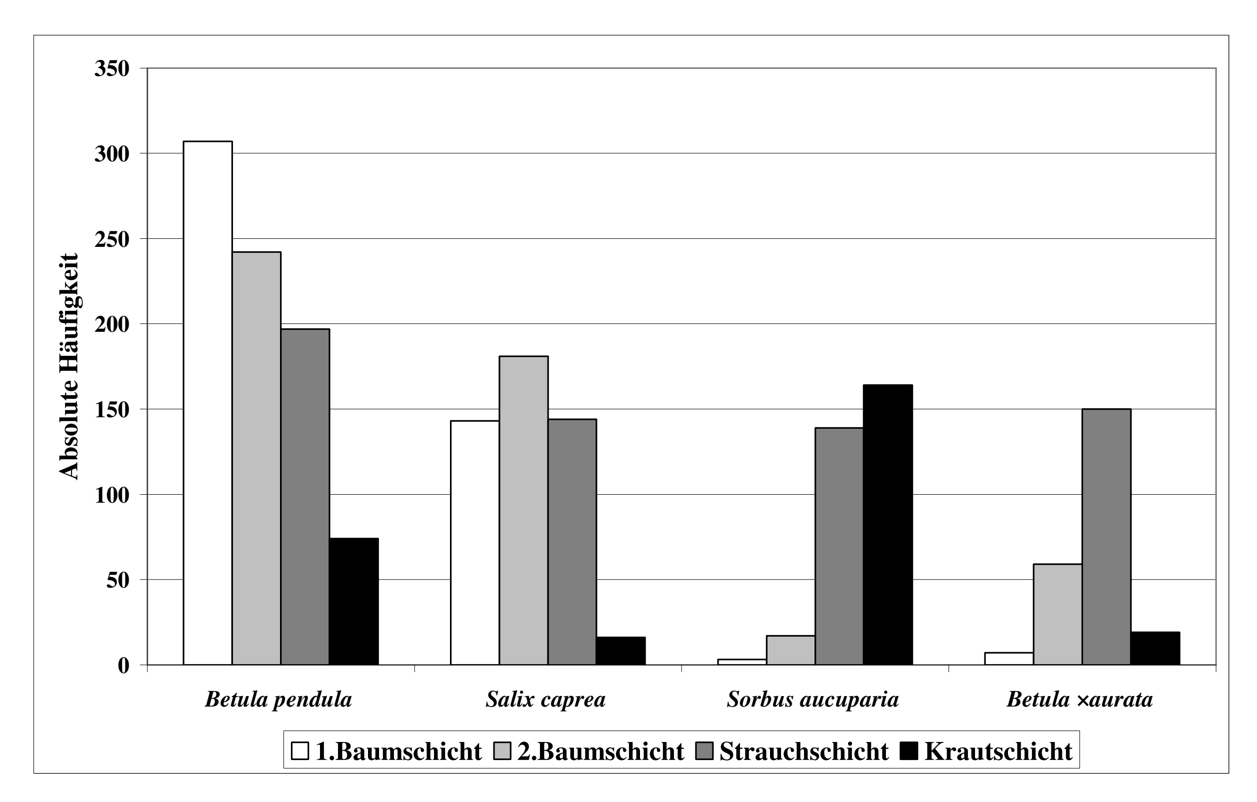


Abb. 37: Absolute Häufigkeiten von Pioniergehölzen der *Rhamno-Prunetea* in unterschiedlichen Vegetationsschichten der untersuchten spontanen Industriewaldbestände (n = 316)

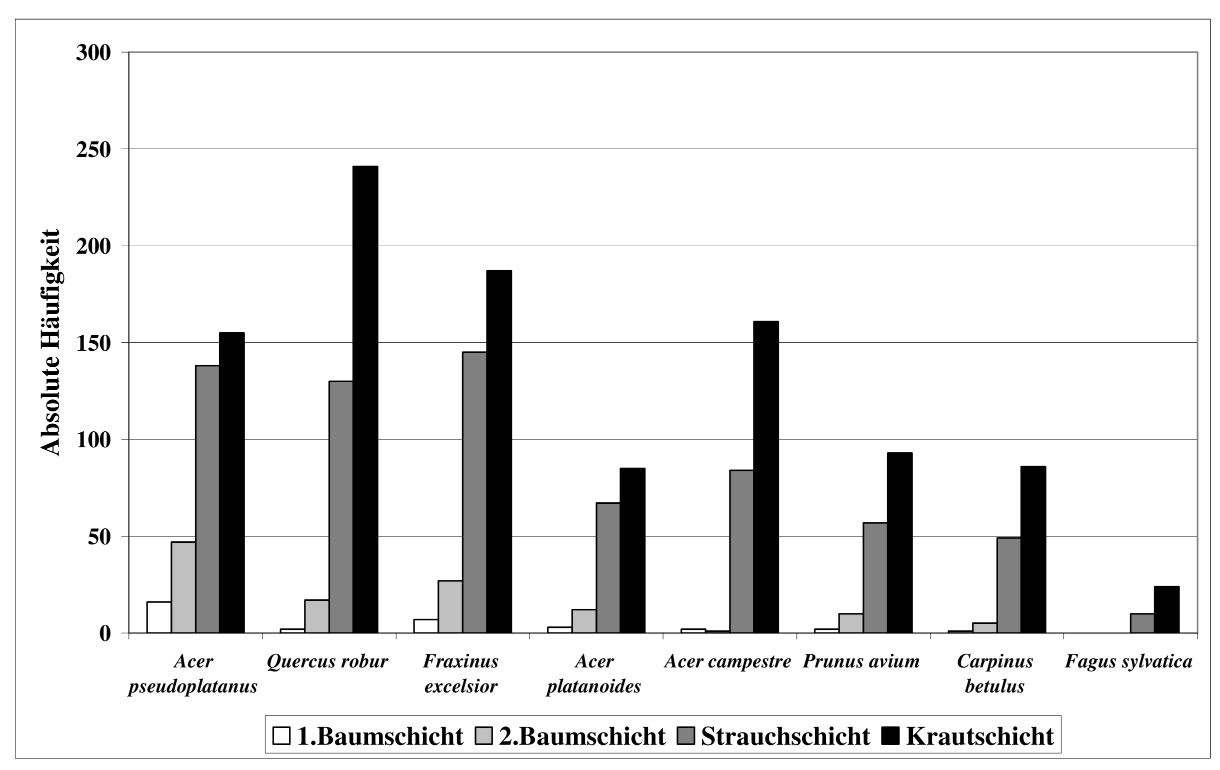


Abb. 38: Absolute Häufigkeiten von großwüchsigen Laubgehölzen der *Querco-Fagetea* in unterschiedlichen Vegetationsschichten der untersuchten spontanen Industriewaldbestände (n = 316)

Betrachtet man die Altersstruktur der untersuchten spontanen Industriewälder hinsichtlich des Auftretens von großwüchsigen Laubbäumen der *Querco-Fagetea*, so wird ersichtlich, dass diese reichlich vertreten waren (s. Abb. 38) und allmählich in die industriell geprägten Vorwälder bzw. Wälder eindringen. Diese Arten umfassen hauptsächlich *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica*. Weitere Baumarten der *Querco-Fagetea* wie *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Prunus padus*, *Quercus petraea* und *Ulmus glabra* traten zwar ebenfalls in den spontanen Industriewäldern auf, waren allerdings nicht so häufig wie die zuvor genannten Arten (vgl. Anhang II). Häufigste *Querco-Fagetea*-Art in den Vegetations-aufnahmen spontaner Industriewälder war *Quercus robur* (s. Abb. 38).

Auch hier ist ein klar erkennbarer, diametral zum Auftreten der noch dominanten Pionier-baumarten *Betula pendula* und *Salix caprea* verlaufender Trend zu erkennen, nämlich in der Form, dass die Laubbäume der *Querco-Fagetea* ihren Verbreitungsschwerpunkt noch als Gehölzjungwuchs in der Kraut- oder Strauchschicht besitzen, und kaum oder nur in geringem Umfang bis in die zweite und erste Baumschicht vorgedrungen sind. Am weitesten in die zweite Baumschicht vorgedrungen ist die Halbschattholzart *Acer pseudoplatanus* (s. Abb. 38). Noch sehr selten hingegen war in den untersuchten Beständen *Fagus sylvatica*, die bislang nur in Kraut- und Strauchschicht der durch primäre Gehölzsukzession entstandenen spontanen Industriewäldern auftritt (s. Abb. 38). *Fagus sylvatica* konnte in lediglich 29 von insgesamt 316 Aufnahmen, also knapp 10 % aller Aufnahmen, nachgewiesen werden (vgl. Anhang II).

Im Folgenden soll die Altersentwicklung der Pionierbaumart *Betula pendula* auch mit den ökologischen Bedingungen der Industriebrachflächen in Zusammenhang gebracht werden. Fragen hinsichtlich des Wuchspotentials auf unterschiedlichen Ausgangssubstraten und der Bestandszunahme von *Betula pendula* standen hierbei im Vordergrund. Insgesamt wurden 150 Einzelbäume von *Betula pendula* hinsichtlich ihrer Höhe und ihres Brust-höhendurchmessers (BHD) auf industriell geprägten Brachflächen-Standorten mit fünf verschiedenen vorherrschenden Ausgangssubstraten vermessen (s. Abb. 39 bis 43; vgl. Kap. 5.4).

Auf durch Bergematerial geprägten Standorten erzielte *Betula pendula* in den untersuchten Industriewald-Beständen eine Wuchshöhe von 17 m mit einem maximalen Brusthöhendurchmesser von 35,33 cm (s. Abb. 39). Stangenholz (bis 14 cm BHD) wiesen Bäume mit einer Höhenspanne von 9 bis 17 m auf. Dieser Alters- bzw. Wuchsklasse war jedoch nur ein geringer Teil der vermessenen Baumindividuen von *Betula pendula* zuzuordnen, der überwiegende Teil der vermessenen Bäume gehört zur Alters- bzw. Wuchsklasse des geringen Baumholzes (14 bis 38 cm BHD) (s. Abb. 39). Auch auf ehemaligen Kokereistandorten, welche durch Kokereiablagerungen gekennzeichnet waren, erreicht *Betula pendula* Wuchshöhen von 17 m, wobei der Höhenschwerpunkt bei einer Baumhöhe von 15 m lag (s. Abb. 40). Alle vermessenen Bäume wiesen einen Brusthöhendurchmesser von über 14 cm und weniger als 38 cm auf und konnten dem geringen Baumholz zugeordnet werden. Der maximale Brusthöhendurchmesser lag mit 35,33 cm genauso hoch wie bei den auf Bergematerial vermessenen Bäumen. Eine heterogene Verteilung des Brusthöhendurchmessers wiesen die auf Basalt- und Kalkschotter vermessenen Exemplare von *Betula pendula* auf (s. Abb. 41). Hier handelt es sich zum größten Teil um vermessene Bäume auf Bahnbrachflächen. *Betula pendula* erreicht auf diesen Substraten bereits ab einer Baumhöhe von 11 m einen Brusthöhendurchmesser von über 30 cm (s. Abb. 41), jedoch lag die maximale Baumhöhe mit 15 m niedriger als auf durch Bergematerial und Kokereiablagerungen gekennzeichneten Standorten. Der maximale Brusthöhendurchmesser lag mit 35,65 cm ähnlich hoch wie auf den durch Bergematerial und Kokereiablagerungen gekennzeichneten Standorten. Stangenholz (bis 14 cm BHD) kam bis zu einer Baumhöhe von 13 m vor (s. Abb. 41).

Die auf Eisenhüttenschlacken und Eisenhüttenbims vermessenen Baumindividuen von *Betula pendula* erreichten eine maximale Baumhöhe von 16 m (s. Abb. 42). Alle Stichproben wiesen einen Brusthöhendurchmesser von über 14 cm auf und ließen sich dem geringen Baumholz zuordnen. Der maximale Brusthöhendurchmesser lag mit 22,92 cm jedoch deutlich niedriger als auf Brachflächenstandorten der Steinkohle-, Kokerei- und Bahnbrachen. Hier macht sich womöglich das geringe Wasserhaltevermögen der Substrate der Eisen und Stahl verarbeitenden Industrie im Bestandszuwachs von *Betula pendula* bemerkbar. Auch auf durch Bauschuttmaterial geprägten Standorten wies *Betula pendula* eine sehr heterogene Verteilung der Baumhöhe und des korrelierenden Brusthöhendurchmessers auf (s. Abb. 43). Die maximale Baumhöhe lag bei 16 m. Stangenholz (bis 14 cm BHD) wiesen Bäume bis zu einer Höhe von 14 m auf. Der maximale Brusthöhendurchmesser lag bei 31,19 cm.

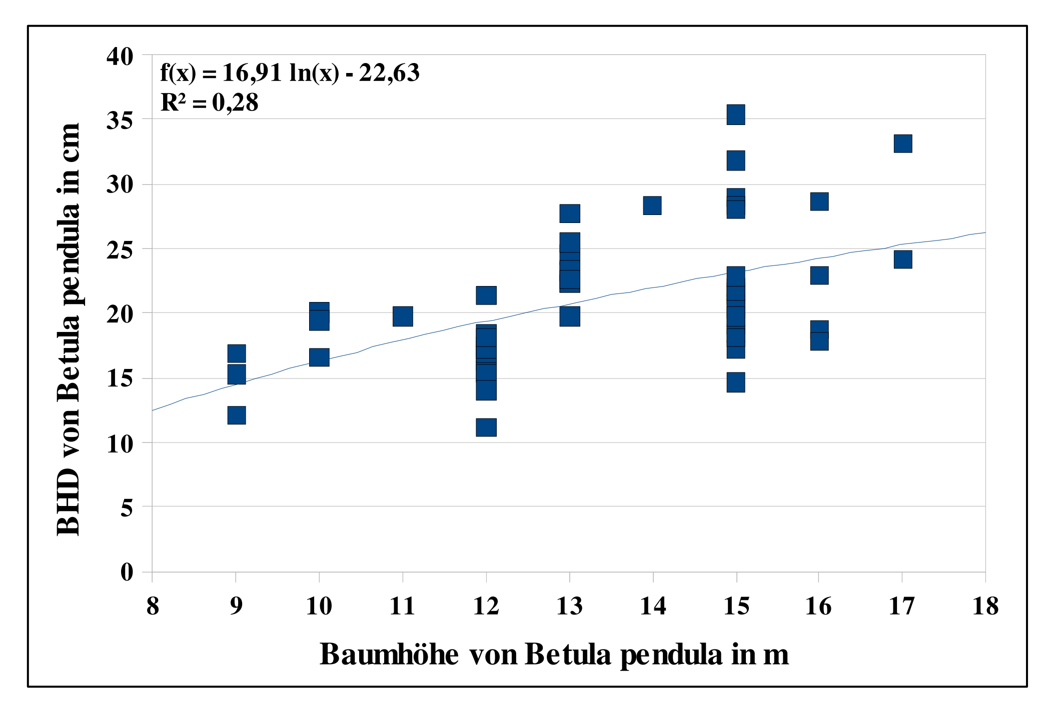


Abb. 39: Höhenentwicklung von *Betula pendula* in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) auf Bergematerial (n = 52)

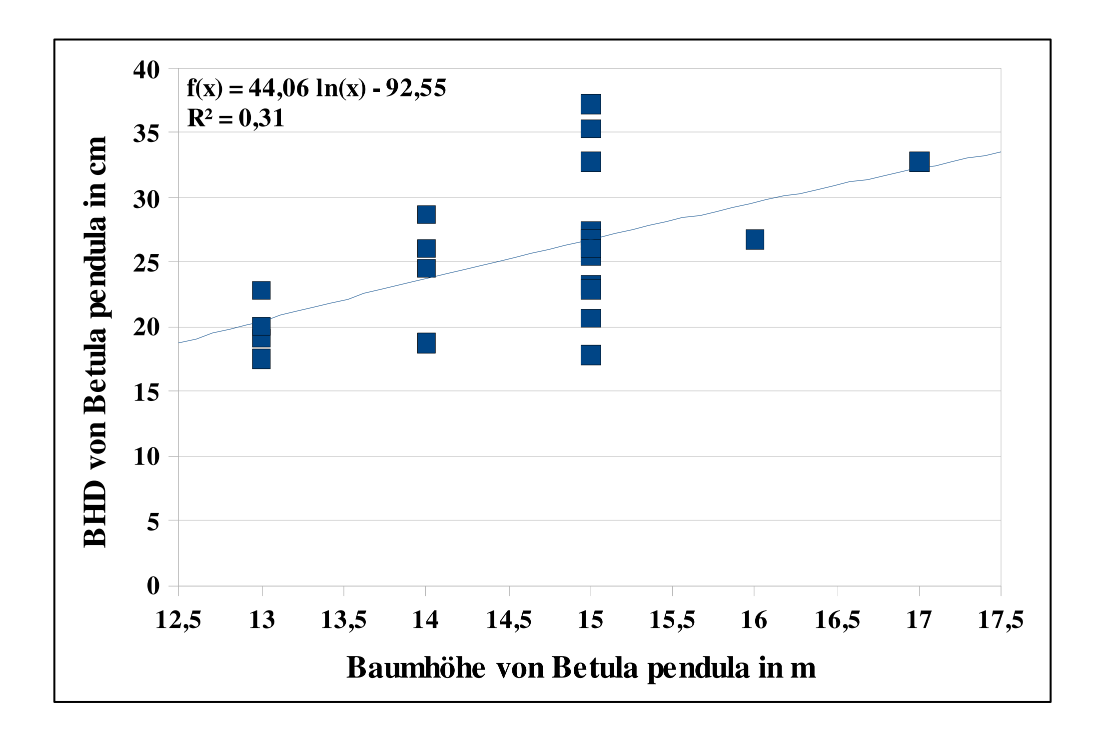


Abb. 40: Höhenentwicklung von *Betula pendula* in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) auf Kokereiablagerungen (n = 23)

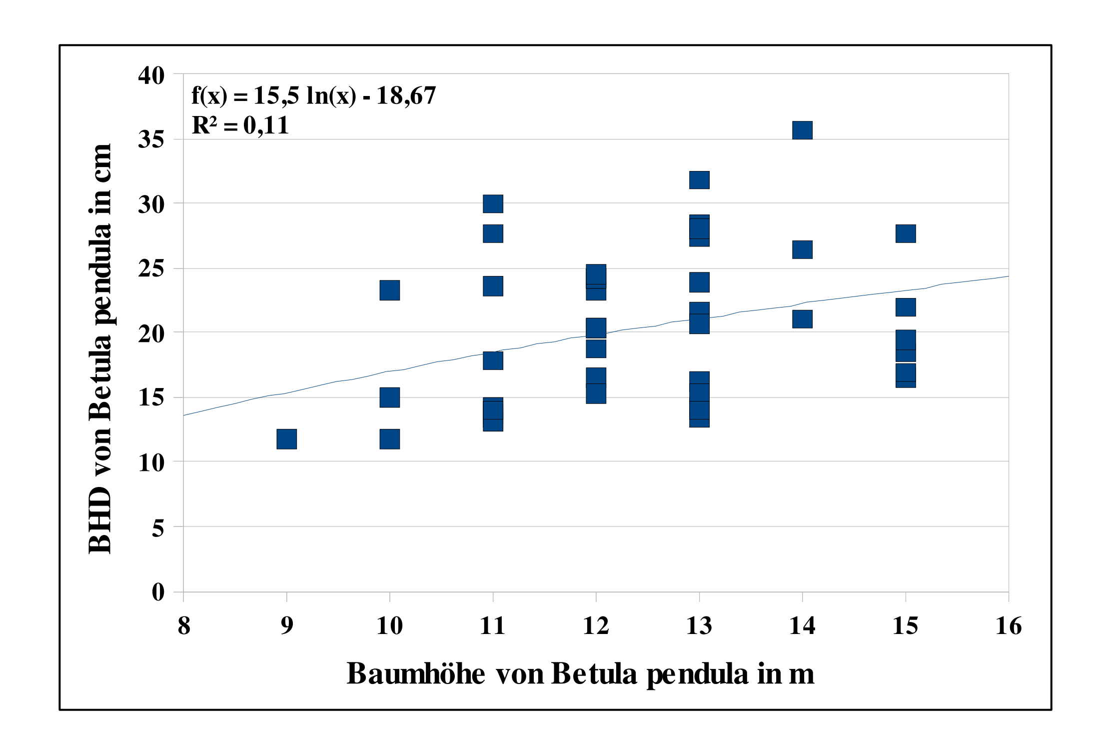


Abb. 41: Höhenentwicklung von *Betula pendula* in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) auf Basalt- und Kalkschottermaterial (n = 44)

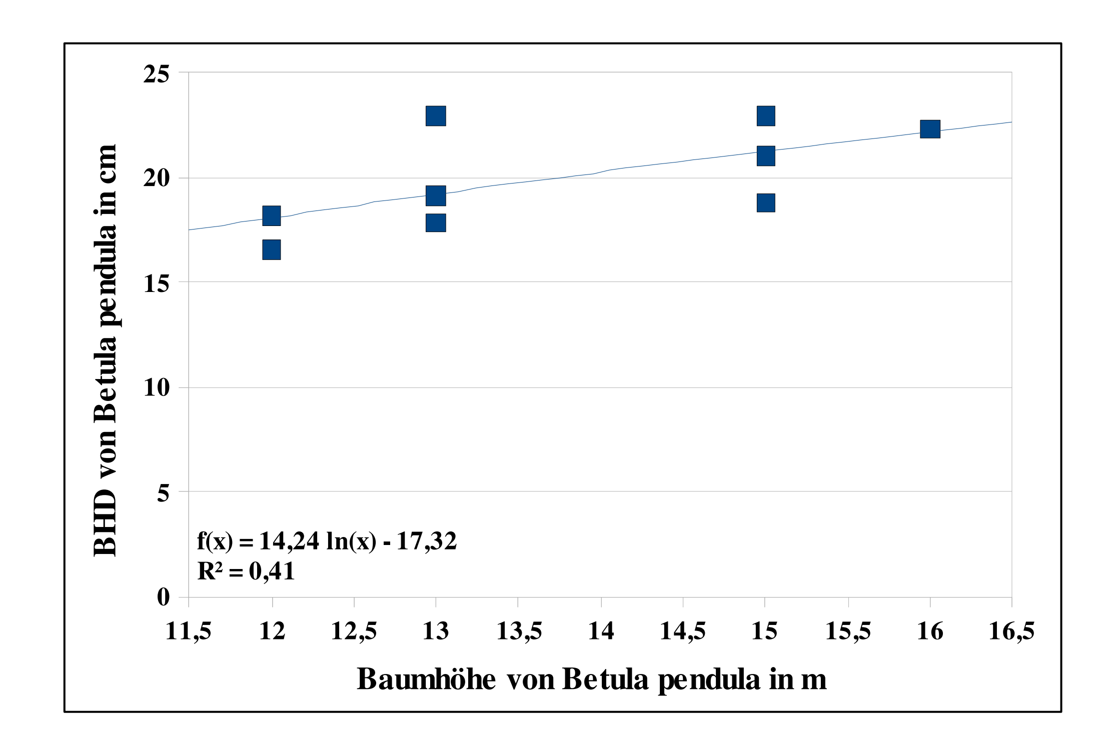


Abb. 42: Höhenentwicklung von *Betula pendula* in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) auf Eisenhüttenschlacken und Eisenhüttenbims (n = 9)

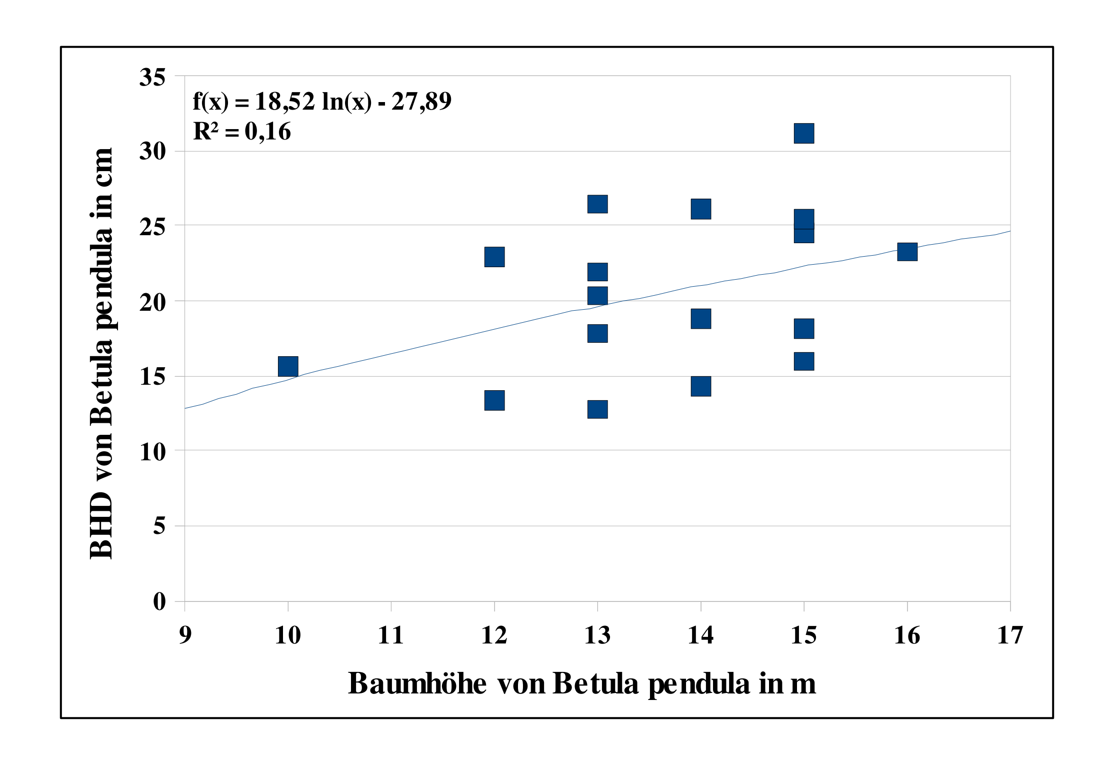


Abb. 43: Höhenentwicklung von *Betula pendula* in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) auf Bauschuttmaterial (n = 18)

9 Diskussion

9.1 Natürlichkeit von Industriewäldern im Ruhrgebiet

Die heutige Vegetation Mitteleuropas kann als das Resultat von natürlichen Prozessen auf der einen Seite als auch von menschlicher Beeinflussung auf der anderen Seite angesehen werden (ZERBE & SUKOPP 1995). Vor allem mitteleuropäische Wälder und Gehölzbestände unterliegen einer sehr unterschiedlichen Eingriffsintensität durch den Menschen und reichen von kaum beeinflussten Urwaldresten bis hin zu intensiv genutzten Baumplantagen für die Holzwirtschaft. KOWARIK (1995a) betont, dass Waldformationen sowohl aus initialen Pflanzungen als auch aus natürlicher Sukzession hervorgehen können, sich ihr Natürlichkeitsgrad jedoch differenzieren lässt bezüglich Naturnähe als auch der Hemerobie. Die Naturnähe ergibt sich hierbei über einen historischen Vergleich der Natürlichkeit der Standorte ruderaler Wälder, die Hemerobie ergibt sich dagegen aus dem Grad der Selbstregulation innerhalb eines bestimmten Waldbestandes (KOWARIK 1995a). Bezugspunkt der Hemerobie ist dabei nach SUKOPP & al. (1973) die am höchsten entwickelte Vegetation, die sich frei von reversiblen anthropogenen Einflüssen entwickelt (vgl. Tab. 6). Aussagen über den Natürlichkeitsgrad der untersuchten Industriewälder lassen sich also zum einen durch eine Beurteilung des

Natürlichkeitsgrades des Standortes, auf denen die Industriewälder stocken, vornehmen, sollen in diesem Kontext aber auch durch floristische Parameter bestimmt werden, wie beispielsweise durch den floristischen Status und die Stadtbindung (Urbanität) der vorkommenden Pflanzensippen. Die Beurteilung des Natürlichkeitsgrades der Industriewälder im Ruhrgebiet ist nicht ganz unproblematisch. Zunächst kann bilanziert werden, dass sich ohne menschlichen Einfluss unter den humiden, mitteleuropäischen Klimabedingungen auf Industriebrachflächen ein Wald im Verlaufe einer primären Sukzession entwickelt, der durch das Fehlen anthropogener Eingriffe und Nutzungen in hohem Maße naturnah und optimal an die speziellen Standortbedingungen industriell geprägter Standorte angepasst ist (REBELE 2008). Industriewälder unterliegen jedoch teilweise selbst nach fünf Jahrzehnten nach der Beendigung der industriellen Aktivitäten auf den Brachflächenstandorten nach wie vor einer starken anthropogenen Beeinflussung, auch wenn die Begründung der Bestände aus natürlicher Sukzession hervorgegangen ist. Der Grad der menschlichen Beeinflussung ergibt sich in erster Linie aus der starken Veränderung der abiotischen Standortbedingungen sowie der Bereitstellung eines enormen Samenpotentials nichteinheimischer Pflanzensippen aus der Umgebung der Industriebrachflächen, die zu einem hohen Anteil an Adventivpflanzen in den Industriewäldern führt. Wichtiger floristischer Bestandteil dieser Wälder sind adventive Gehölzsippen, welche aus der näheren Umgebung der Brachflächen verwildern bzw. deren Diasporen auf diese Flächen eingetragen werden. Der hohe Anteil an Gehölzen durch Diasporeneintrag aus der Umgebung kann als Ruderalisierungseffekt angesehen werden, der sich in Form von auf die Flächen einwirkenden Randlinieneffekten äußert. Ergebnisse stadtökologischer Untersuchungen aus dem Berliner Raum (KUNICK 1974; BLUME & al. 1978) haben ergeben, dass der prozentuale Anteil der Hemerochoren vom Stadtrandbereich in Richtung Innenstadt zunimmt, also einem räumlichen Gradienten folgt. BRANDES (2007) stellt in diesem Zusammenhang die hohe Dynamik der Ruderalflora heraus, die häufig einen beschleunigten Artenwechsel (species turnover) zur Folge hat. Durch diesen Umstand bürgern sich häufig die besonders stark von anthropogenen Störungen abhängigen Neophyten auf Ruderalstandorten zuerst ein (BRANDES 2007).

Natürlichkeit von spontan entstandenen Industriewäldern

Der Grad der anthropogenen Beeinflussung der Standorte spontaner Industriewälder im Ruhrgebiet muss auf Grund der anhaltenden und rezent noch wirksamen Störung der Standorte als hoch eingestuft werden (s. Tab. 17), auch wenn sich die Standorte wieder dem natürlichen Zustand annähern, beispielsweise durch eine Bodenentwicklung, aber auch durch

die Vegetationsentwicklung in Richtung von Waldbeständen. Der Anteil nichteinheimischer Sippen ist mit 43 % des Gesamtsippenanteils und hier speziell unter den Bäumen (62 % adventive Sippen) extrem hoch (vgl. Kap. 8.6.1), jedoch dominieren einheimische Sippen wie *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula* und *Populus maximowiczii*-Hybriden die Vegetation (s. Tab. 19 u. vgl. Kap. 8.5). Es handelt sich hierbei demnach bei den spontanen Industriewäldern des Ruhrgebietes um urban-industrielle Ökosysteme, welche durch überwiegend einheimische, naturraumtypische Pionierbaumarten geprägt werden. Die spontanen Industriewälder lassen sich insgesamt als mesohemerob (halbnatürlich) einordnen. Auch REIDL (1989) stufte die spontan aufgewachsenen Bestände des *Salicetum capreae* auf Industriebrachstandorten in Essen als mesohemerob ein. Vergleicht man die auf Ruderalstandorten stockenden Industriewälder des Ruhrgebietes mit ruderalen Wäldern in anderen Regionen Deutschlands, ergeben sich durchaus Gemeinsamkeiten. Ebenfalls durch einen hohen Anteil an adventiven Gehölzsippen gekennzeichnet sind auch die ruderalen, spontanen Gebüsche und Vorwälder im Berliner Raum. KOWARIK (2008) beschreibt aus Berlin, dass ruderale Gebüsche des Verbandes *Sambuco-Salicion* durch einen Anteil von 20 % Neophyten und 7 % Archäophyten gekennzeichnet sind und damit den höchsten Anteil an Adventivarten in allen vorkommenden Berliner Strauch- und Waldformationen aufweisen.

Der Störungsgrad der industriell geprägten Standorte ist offenbar entscheidend für das Vorkommen und Fehlen bestimmter Sippen in den spontanen Industriewäldern. Auffallend bei den durchgeführten Untersuchungen war der Umstand, dass die ruderalen Gehölzsippen *Ailanthus altissima* oder *Acer negundo*, welche auf urbanen Brachflächen in mitteleuropäischen Städten und auch im Ruhrgebiet mittlerweile weit verbreitet sind, in den spontanen Industriewäldern entweder relativ selten waren oder sogar völlig fehlten (vgl. Tab. 19 sowie Anhang II u. III). Da *Ailanthus altissima* und *Acer negundo* in der Regel Standorte mit starker anthropogener Störung besiedeln (im Ruhrgebiet u. a. Autobahnmittelstreifen und Kellerlichtschächte), an denen die Konkurrenz der einheimischen Sippen stark herabgesetzt ist und die dadurch konkurrenzarm bis nahezu konkurrenzfrei sind, wird ihr Vorkommen auf den Industriebrachflächen des Ruhrgebietes womöglich durch Konkurrenzdruck anderer, konkurrenzkräftigerer Gehölzsippen limitiert.

Tab. 17: Relevante Parameter für die Hemerobiestufenzuordnung spontaner Industriewälder und aufgeforsteter Robinien-Bestände im Ruhrgebiet im Vergleich

Parameter	**Spontane Industriewälder**	**Künstlich begründete Robinienforste**
Dominante Baumarten	*Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Populus maximowiczii*-Hybriden	*Robinia pseudoacacia*
Herkunft der dominanten Baumarten	einheimisch	nichteinheimisch
Anteil an Archäophyten	6 %	5 %
Anteil an Neophyten	11 %	14 %
Anteil an Industriophyten	10 %	14 %
Anteil an Coloneophyten	16 %	11%
Gesamtanteil an Adventivpflanzen	43 %	44 %
Anteil oligohemerober Arten	19 %	19 %
Anteil mesohemerober Arten	32 %	32 %
Anteil beta-euhemerober Arten	32 %	27 %
Anteil alpha-euhemerober Arten	12 %	15 %
Anteil polyhemerober Arten	5 %	7 %
Grad der anthropogenen Beeinflussung des Standortes	hoch	hoch
Substrat und Boden	stark verändert, technogene Substrate herrschen vor	stark verändert, technogene Substrate herrschen vor
Prognose der Vegetationsentwicklung	sich naturraumtypischen Pflanzengesellschaften (*Betulo-Quercetum*, *Periclymeno-Fagetum*) oder Beständen aus einer nicht naturraumtypischen Art (*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft) annähernd	sich Beständen aus einer nicht naturraumtypischen Art (*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft) annähernd
Prognose der Bodenentwicklung	sich dem natürlichen Zustand wieder annähernd	sich dem natürlichen Zustand wieder annähernd

Natürlichkeit von Robinienforsten

Ebenso wie die Standorte der natürlich aufgewachsenen spontanen Industriewälder sind auch die Standorte der Robinienforste, die sich im Ruhrgebiet überwiegend aus Halden mit Abraummaterial der Montanindustrie oder aus ehemaligen oder noch in Betrieb befindlichen Bahntrassen bestehen, noch in hohem Maße als gestört zu charakterisieren. REIDL (1989) sowie ZERBE & SUKOPP (1995) stufen *Robinia pseudoacacia*-Forste bezüglich der Hemerobiestufe auf Grund der Umstände, dass es sich um Monokulturen aus einer nichteinheimischen Baumart handelt, welche auf Standorten stocken, auf denen ohne menschlichen Eingriff ein anderer Waldtyp wachsen würde, als euhemerob ein. Dies bedeutet, dass bei den *Robinia pseudoacacia*-Forsten der Grad der floristischen Abweichung von der ursprünglichen Vegetation als hoch eingestuft werden muss. Dagegen werden jedoch die spontan aufgewachsenen *Robinia pseudoacacia*-Bestände auf städtischen Ruderalstandorten, welche durch

eine nachhaltige Veränderung der Bodenverhältnisse in Form von Bodenauftrag durch Bauschutt, Schotter usw. gekennzeichnet sind, von ZERBE & SUKOPP (1995) als mesohemerob eingestuft.

Vergleicht man die spontanen Industriewald-Bestände mit den künstlich begründeten Robinienforsten hinsichtlich ihrer zukünftigen Entwicklung, so bestehen Unterschiede hauptsächlich in der Richtung der Vegetationsentwicklung: während sich die spontanen Industriewälder vermutlich größtenteils wieder naturraumtypischen Pflanzengesellschaften (*Betulo-Quercetum*, *Periclymeno-Fagetum*) annähern und nur in geringem Umfang sich zu einer *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft weiterentwickeln, werden die Robinienforste überwiegend von der *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft abgebaut. Dadurch entwickelt sich bei einem Teil der spontanen Industriewälder und dem überwiegenden Teil der Robinienforste eine Waldfolgesellschaft aus *Acer pseudoplatanus* als dominanter Baumart. Dieser ist jedoch im zentralen und nördlichen Ruhrgebiet nicht einheimisch, sondern ist vermutlich nur im südlichen, zum Süderbergland gehörenden Teil des Ruhrgebietes als indigen einzustufen.

9.2 Evolutionäres Potential von Industriewäldern

Industriebrachen sind durch eine Vielzahl extremer Standortsverhältnisse gekennzeichnet (vgl. Kap. 6.3). Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass in der Flora, welche diesen Lebensraum besiedelt, sowohl ein hoher Anteil an euryöken Arten mit geringen Ansprüchen an ihre Standorte als auch eine Gruppe von Spezialisten, welche durch spezielle Anpassungen an die Extrembedingungen adaptiert sind, vertreten sind. Die Kombination von extremen, künstlichen Standortfaktoren führt zu Standorten, welche es in dieser Form in der Naturlandschaft nicht gibt und die zu einer Bereitstellung von Standorten mit starkem anthropogenen Einfluss führt. Daraus resultiert eine Vielzahl an neu zu besetzenden ökologischen Nischen. Diese werden in urban-industriell geprägten Gehölzbeständen im Ruhrgebiet insbesondere von gebietsfremden Gehölzgewächsen eingenommen, was wiederum zu einer im Vergleich zu siedlungsfernen, naturnahen Vegetationstypen erhöhten Diversität an Gehölzen führt (KEIL & LOOS 2002b u. 2004a) (vgl. Kap. 9.3).

GAUSMANN & al. (2007a) verweisen darauf, dass es auf Industriebrachen durch diese Kombinationen von Standortfaktoren und freien ökologischen Nischen zu Hybridisierungen, Introgressionen und Einnischungsprozessen kommt, an deren Ende oftmals neu entstandene

und eigenständige Pflanzensippen stehen. Diese neogenen Sippen, sowohl krautige Pflanzen als auch Gehölze, sind als Zeiger des hohen evolutionären Potentials der Industriebrachen generell sowie der Industriewälder im speziellen Fall anzusehen. Unter evolutionsbiologischen Aspekten führen Hybridisierungen mitunter zum Entstehen neuer Sippen mit einem von den beteiligten Eltersippen abweichenden ökologischen Verhalten. Hybridisierungen und Introgressionen ermöglichen somit eine schnelle Anpassung an neu geschaffene anthropogene Lebensräume (BLEEKER 2005). Da es sich bei den Industriewäldern, auch wenn sie vorerst ein perennierendes Stadium darstellen, durchaus um dynamische Vegetationsbestände innerhalb einer Sukzessionsreihe handelt, sind diese Bestände als instabil zu charakterisieren. Dynamik verursacht ein fortlaufendes Ungleichgewicht, welches Ursache von ständig wechselnder Standortsvielfalt ist, die ihrerseits die in den Beständen vorkommenden Tier- und Pflanzenarten zu Anpassungen zwingt (SCHERZINGER 1996). Diese Instabilität ist die Voraussetzung für Evolution (PICKET & WHITE 1985).

Hybridisierung als evolutionärer Prozess in Industriewäldern

Hybridisierungen bzw. Bastardierungen sind evolutionäre Prozesse, die in der Kulturlandschaft unter Umständen die Entstehung von Anökophyten (Heimatlose; vgl. Kap. 5.3) zur Folge haben können, also Pflanzensippen, die in der primären Naturlandschaft fehlen (SCHOLZ 2007; GAUSMANN & al. 2007a). Hybridogene Sippen entstehen meist durch die Kreuzung von zunächst zwei Sippen, wobei sich primäre Hybriden stabilisieren und nachfolgend erbkonstant fortpflanzen können, so dass die Grenze zu einer neuen Sippe überschritten wird. Hybriden können auch – ob nun genetisch fixiert oder nicht – an komplexeren Kreuzungen beteiligt sein, d. h. mit einer oder mehreren weiteren Sippen hybridisieren. Dies ist z. B. bei den *Populus maximowizcii*-Hybriden der Fall (vgl. Kap. 8.1.8). Des Weiteren sind Rückkreuzungen mit einer oder allen beteiligten Elternsippen möglich, die als Introgressive Hybridisationen bezeichnet werden und zu netzartigen (= retikulaten) Beziehungen zwischen den Sippen führen. Dieser Vorgang bzw. diese Evolutionslinie wird auch als retikulate Evolution bezeichnet (NATHO 1959; GAUSMANN & al. 2007a).

Bezüglich der Neubildung von Sippen durch Hybridisierungsvorgänge muss in den Industriewäldern des Ruhrgebietes tendenziell zwischen zwei unterschiedlichen Evolutionslinien unterschieden werden. Zum einen kommt es durch Introgressionen mit den aus ihnen entstandenen Hybriden dazu, das eine oder auch alle an der Hybridisierung beteiligte

Elternsippen aufbastardiert werden. Dieser Prozess der retikulaten Evolution kann soweit gehen, dass sich in der Natur- als auch Kulturlandschaft schließlich keine "reinen" Elternsippen mehr finden lassen. Dies betrifft in den spontanen Industriewäldern vor allem die Gattung *Salix* (Weiden), in der insbesondere die Elternsippe *Salix cinerea* (Grau-Weide) durch Rückkreuzungsprozesse mit *Salix caprea* (Sal-Weide) und *Salix aurita* (Öhrchen-Weide) aufbastardiert wird. Dieser Prozess hat dazu geführt, dass reine *Salix cinerea*-Individuen mittlerweile im Ruhrgebiet eine Seltenheit sind, sich die Hybriden *Salix ×reichardtii* (*S. cinerea* × *S. caprea*) und *Salix ×multinervis* (*S. cinerea* × *S. aurita*) dagegen jedoch häufig finden und auch in den untersuchten spontanen Industriewäldern nachgewiesen werden konnten (s. Tab. 18).

Zum anderen führen Hybridisierungen zwischen zwei oder mehreren Elternsippen auch zu konvergenten Evolutionslinien. Ein Beispiel hierfür ist *Betula ×aurata* (Bastard-Birke), die aus spontanen Kreuzungsvorgängen zwischen *B. pendula* (Hänge-Birke) und *B. pubescens* (Moor-Birke) hervorgegangen ist. Solche Birken-Hybriden traten in den spontanen Industriewäldern häufig auf (s. Tab. 18) und wiesen eine breite morphologische Variabilität hinsichtlich ihrer Blattform und auch der Färbung der Borke auf (s. Abb. 44 u. 45). Die Blätter von *Betula ×aurata* weisen tendenziell meist eine rundliche bis herzförmige Form auf im Gegensatz zu den lang zugespitzten Blättern von *B. pendula*, sind also im Erscheinungsbild den Blättern von *B. pubescens* ähnlicher (s. Abb. 46) (vgl. GAUSMANN & al. 2007a).

NATHO (1959) beschreibt ausführlich und anschaulich, dass die Blattform der Hybriden zwischen *B. pendula* und *B. pubescens* jedoch auch durch fließende Übergänge miteinander verbunden sein kann, was ebenfalls bei Individuen von Birken-Hybriden der Industriebrachen im Ruhrgebiet zu beobachten ist. Zudem ist der Blattrand von *B. pendula* doppelt gezähnt, der von *Betula ×aurata* jedoch nur einfach. Charakteristisch für *Betula ×aurata* ist eine Borke, die auch im Alter eine hellbraune, goldbraune bis bernsteinfarbene (s. Abb. 44) oder sogar eine dunkelbraune bis schwarz erscheinende Farbe hat (s. Abb. 45), im Gegensatz zu *B. pendula*, die im Alter eine weiße Borke mit schwarzen Längsrissen aufweist. Solche Kreuzungsprodukte zwischen der Hänge-Birke und der Moor-Birke vermehren sich teilweise merkmalsstabil weiter und haben Hybridschwärme zur Folge, die aus evolutionsbiologischer und geobotanischer Sicht von Interesse sind, da aus ihnen neue Arten entstehen können (GAUSMANN & al. 2007a). Kurioserweise konnte die an der Hybridisierung beteiligte Moor-Birke in den untersuchten Industriewäldern nicht nachgewiesen werden. Sie kommt aber im

Ruhrgebiet durchaus vor (vgl. HAEUPLER & al. 2003b; GAUSMANN & JAGEL 2007). Die Häufigkeit von *Betula ×aurata* in den spontanen Industriewäldern lässt vermuten, dass ein Einnischungsprozess dieser Birken-Hybriden, die möglicherweise besser an die extremen Standortfaktoren der Industriebrachen angepasst sind als ihre Elternarten, begonnen hat



Abb. 44: Bernsteinfarbener Stamm von *Betula ×aurata* in einem spontanen Industriewald auf der Brache der ehemaligen Zeche und Kokerei Pluto V (Herne-Wanne)



Abb. 45: Schwarzer Stamm von *Betula ×aurata* in einem spontanen Industriewald auf der Brache der ehemaligen Zeche und Kokerei Mont-Cenis III (Herne-Sodingen)

Solche Birken-Hybriden zwischen *B. pendula* und *B. pubescens* treten durchaus auch in der Naturlandschaft auf, und zwar meist dann, wenn die Elternarten Stressfaktoren (extreme Trockenheit, Bodenbewegung, Staunässe) ausgesetzt sind. Als Beispiel hierfür sei *Betula carpatica* s.l. (Karpaten-Birke i.w.S.) genannt, die in Mittelgebirgsmooren und auf Blockschutthalden in weiten Teilen Europas vorkommt, wobei die Individuen der verschiedenen Populationen eine voneinander abweichende Morphologie aufweisen. Sie sind das Ergebnis stabilisierter introgressiver Hybridabkömmlinge der Elternarten *B. pendula* und *B. pubescens* und das Ergebnis lokaler Einnischungen (GAUSMANN & al. 2007a).

Wie die Untersuchungen zur Gehölzsukzession auf Brachflächen im Ruhrgebiet gezeigt haben, sind am Aufbau der Industriewälder sowohl primäre Hybriden, deren Introgressionsprodukte als auch durch retikulate Evolution entstandene Sippen beteiligt. Die Anzahl dieser neogenen Sippen und ihre Bedeutung am Bestandsaufbau der Gebüsche und Vorwälder beschränkt sich jedoch auf einen überschaubaren Kreis, zu denen in erster Linie *Betula ×aurata*, die *Populus maximowizcii*-Hybriden, die *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden sowie einige *Salix*-Hybriden (vor allem *S. cinerea*-Hybriden) zählen. Das evolutionäre Potential der Industriewälder auf Brachflächen im Ruhrgebiet konzentriert sich demnach vor allem auf die Gehölze (s. Tab. 30). Beispiele für mittlerweile stabilisierte Hybridsippen, welche die Grenze zur Artneubildung mittlerweile überschritten haben, sind die krautigen Anökophyten *Oenothera fallax* und *Oe. issleri*, welche ebenfalls in den Industriewäldern als Relikte vorangegangener Sukzessionsstadien auftraten (vgl. Anhang II). Neben natürlich entstandenen Hybriden treten in den spontanen Industriewäldern jedoch auch durch Verwilderungen künstlich gezüchtete Hybriden auf, von denen allerdings nur wenige häufig sind. Diese erreichen die Industriebrachen entweder aktiv durch die Ausbreitung ihrer Diasporen, vorausgesetzt, die Hybriden sind fertil und bringen keimfähige Früchte hervor, wie dies bei *Cotoneaster ×suecicus* der Fall ist, oder auch passiv durch weggeworfene Gartenabfälle, wie z. B. *Fragaria ×ananassa* (vgl. Kap. 5.3).

Tab. 18: Übersicht über Status, Entstehung und Häufigkeit der durch Vegetationsaufnahmen (n = 316) in den spontan entstandenen Industriewäldern nachgewiesen Hybriden

Taxon	**Status**	**Sippengenese**	**Abs. Häufigkeit**
Betula ×aurata	Indigenophyt	natürlich	173
Cotoneaster ×suecicus	Ergasiophygophyt	künstlich	4
Epilobium ×interjectum	Anökophyt	natürlich	5
Fragaria ×ananassa	Ergasiophygophyt	künstlich	4
Hypericum ×desetangsii	Indigenophyt	natürlich	3
Philadelphus-Hybride	Ergasiophygophyt	künstlich	19
Populus maximowiczii-Hybride	Anökophyt	natürlich	23
Populus nigra cv. Italica-Hybride	Anökophyt	natürlich	35
Quercus ×rosacea	Indigenophyt	natürlich	4
Rubus ×dumetorum	Indigenophyt	natürlich	5
Rumex ×pratensis	Indigenophyt	natürlich	1
Salix ×capreola	Indigenophyt	natürlich	10
Salix ×dasyclados	Ergasiophygophyt	künstlich	8
Salix ×multinervis	Indigenophyt	natürlich	2
Salix ×reichardtii	Indigenophyt	natürlich	41
Salix ×rubens	Indigenophyt	natürlich	1
Salix ×smithiana	Ergasiophygophyt	künstlich	5
Tilia ×europaea "Pallida"	Ergasiophygophyt	künstlich	11
Ulmus ×hollandica	Ergasiophygophyt	künstlich	1
Verbascum ×incanum	Indigenophyt	natürlich	2

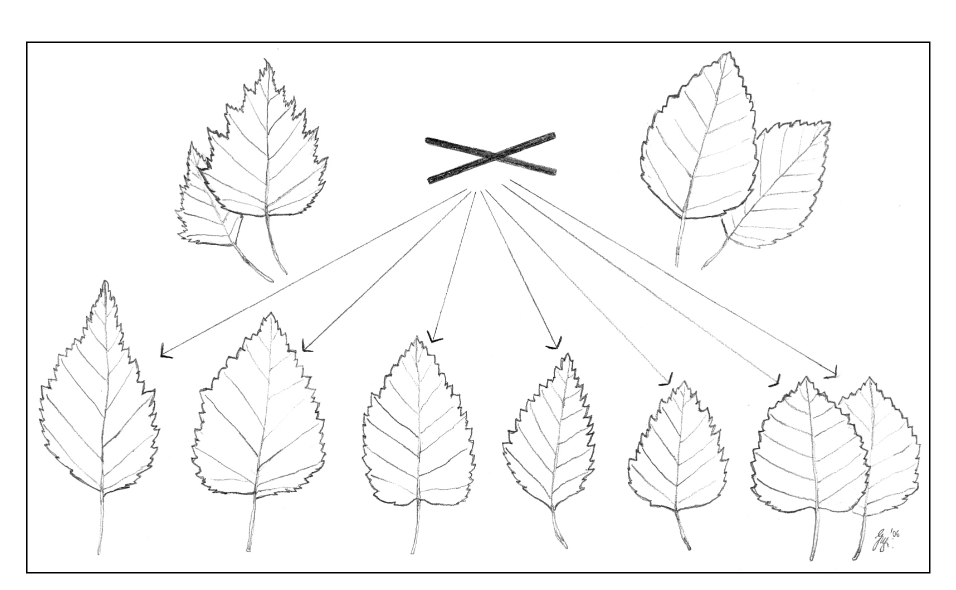


Abb. 46: Entstehung der Hybride *Betula ×aurata* (Bastard-Birke; unten) aus den Elternarten *Betula pendula* (Hänge-Birke; links oben) und *Betula pubescens* (Moor-Birke; rechts oben) mit den charakteristische Blattformen als Beispiel für die Entstehung neogener Sippen in Industriewäldern des Ruhrgebietes (nach GAUSMANN & al. 2007a)

Hybridisierung als Gefährdungsfaktor für die indigene Flora

Neben der Entstehung neogener Sippen aus Kreuzungen zwischen indigenen Sippen soll hier noch ein weiterer Aspekt der Hybridisierung thematisiert werden, und zwar die Gefährdung der indigenen Flora durch Einkreuzungsprozesse mit nichteinheimischen Sippen. Diese Problematik ist eingehend bereits von BLEEKER & al. (2006) sowie SCHMITZ & al. (2008) erläutert und untersucht worden. Durch die beabsichtigte oder unbeabsichtigte Einführung fremdländischer Sippen kommt es mitunter zu Hybridisierungen der nichteinheimischen Sippen mit indigenen Sippen, wenn die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen ihnen eng sind und sich adventive und einheimische Sippen phylogenetisch sehr nahe stehen. Dadurch kommt es zu Auskreuzdepressionen, d. h. fremdes Genmaterial nichteinheimischer und nicht-angepasster Sippen kreuzt sich in das Genmaterial heimischer Sippen ein, es findet also ein Genfluss zwischen heimischen und nichteinheimischen Sippen statt.

Die Gefahr, die von der Verwilderung fremdländischer bzw. gebietsfremder Sippen ausgeht, ist also nicht nur auf die Verdrängung von indigenen Sippen an ihren Standorten beschränkt, wie dies bei einigen expansiven Neophyten (*Heracleum mantegazzianum*, *Fallopia japonica*, *F. sacchalinensis*, *Impatiens glandulifera* u. a.) der Fall ist. Vielmehr besteht eine Gefährdung auf genetischer Ebene, wenn durch Hybridisierungen zwischen gebietsfremden und einheimischen Sippen der ursprüngliche Genpool der indigenen Flora irreversibel verfälscht wird (BLEEKER 2005; GAUSMANN 2008). Resultat dieser Kreuzungsprozesse ist eine Florenverfälschung, was bedeutet, dass es zur Entstehung von Hybriden kommt, die genetisch nicht mehr mit den einheimischen Sippen übereinstimmen. Solche kryptischen Invasionen durch die Einkreuzung von neophytischen Genotypen verursachen eine genetische Vereinheitlichung und einen Verlust der pflanzlichen Biodiversität. In diesem Zusammenhang wird auch von einer biologischen Nivellierung gesprochen. Eine der Folgen dieser Hybridisierungen ist unter anderem die Aufbastardierung von Zeigerpflanzen, welche ihr natürliches ökologisches Verhalten und damit ihren diagnostischen Wert bezüglich der verschiedenen Standortfaktoren verlieren. Eine weitere Folge ist, dass diese hybridogenen Sippen, die durch das Einkreuzen von fremden Genmaterial gekennzeichnet sind, nicht in dem Maße an die abiotischen, regionalen Lebensraumverhältnisse wie die indigenen Sippen angepasst sind. Durch diese Einkreuzungen besteht eine nicht zu unterschätzende Gefahr für den Natur- und Artenschutz sowie die Forstwirtschaft, und zwar in der Form, dass sich die Genome fremdländischer Sippen in die Genome einheimischer Sippen einkreuzen und damit das genetische Potential der indigenen Flora verloren geht (GAUSMANN 2008).

Wie die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit gezeigt haben, sind Industriewälder durch einen hohen Anteil an nichteinheimischen Sippen gekennzeichnet (vgl. Kap. 8.3). Der Großteil dieser adventiven Pflanzensippen stammt dabei aus Verwilderungen von ursprünglich kultivierten Sippen. Die Herkunft dieser Kulturpflanzen ist nicht immer ganz eindeutig, häufig werden fremdländische Sippen aus anderen Florenregionen oder Pflanzmaterial aus anderen Naturräumen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland verwendet, da es im Gartenhandel häufig zum Import von Pflanzmaterial aus anderen Regionen kommt. Ein besonderes Gefährdungspotential besteht verständlicherweise für die Sippen, welche leicht zu Hybridisierungen neigen, wie beispielsweise die Gattungen *Betula* (Birke) und *Quercus* (Eiche). Hybridisierungen zwischen der gebietsfremden Zerr-Eiche (*Quercus cerris*) und der einheimischen Stiel-Eiche (*Quercus robur*) sind in England bereits beobachtet worden (STACE 1997). Ein weiteres mögliches Hybridisierungs-Szenario wäre zwischen Toringo-Apfel (*Malus toringo*) und Wild-Apfel (*Malus sylvestris*) denkbar (GAUSMANN 2008).

9.3 Phytodiversität von Industriewäldern

SUKOPP & al. (1973) charakterisieren Ballungsgebiete als die anthropogen am stärksten veränderten Ökosysteme in globaler Sicht. Wirtschafts- und Siedlungsaktivitäten des Menschen haben dazu geführt, dass in Städten oftmals eine größere Anzahl an Gefäßpflanzen vorkommt als im benachbarten Umland (HAEUPLER 1974). Der höhere Artenreichtum deutscher Städte im Vergleich mit naturnahen Lebensräumen ist ebenfalls mehrfach beschrieben worden (KÜHN & al. 2004) (vgl. Kap. 6.5). Auch die hohe Gefäßpflanzenvielfalt (gemeint ist hiermit die Vielfalt der Farn- und Samenpflanzen; Kormophytadiversität nach HAEUPLER 2000) auf urban-industriellen Brachflächen ist durch zahlreiche Studien belegt (Zusammenfassung bei REBELE & DETTMAR 1996 sowie SUKOPP & WITTIG 1998). Aus dem Berliner Raum beschreiben KOWARIK & LANGER (2008) eine extrem hohe Kormophytadiversität von der Bahnbrache des Schöneberger Südgeländes (Berlin-Schöneberg), welche insgesamt 366 Gefäßpflanzensippen umfasst, darunter auch regional seltene und gefährdete Sippen.

Aus dem Ruhrgebiet stammen wesentliche Ergebnisse über die hohe Gefäßpflanzenvielfalt auf Industriebrachflächen von REIDL (1989, 1993 u. 1995), DETTMAR (1992a u. 1992b), LOOS (1992 u. 2007), KERT (2002), SCHÜRMANN (2002), JAGEL (2003), GAUSMANN & al. (2004), SEIPEL (2005), SEIPEL & al (2006) sowie KEIL & al. (2007a). REIDL (1993) konnte von

Industriebrachen im Stadtgebiet von Essen insgesamt 610 Gefäßpflanzensippen nachweisen, was etwa 66 % des Essener Gesamtsippeninventars ausmacht. Die besondere floristische Stellung des Ruhrgebietes ergibt sich aus dem Reichtum an Adventivpflanzen, welche diesen Raum zu einem Hotspot der gebietsfremden Pflanzensippen innerhalb Deutschlands machen (KEIL & al. 2008a; vgl. Kap. 6.6). Die Tatsache, dass die Ruhrgebietsflora reich an Adventivpflanzen ist, deren Herkunft oftmals in außereuropäischen Regionen zu finden ist und die zum Teil von Bürgern mit Migrationshintergrund eingeführt wurden (z. B. *Trachystemon orientalis*), führt zu einem "multikulturellen Charakter" der Flora des Ruhrgebietes (vgl. GAUSMANN 2008).

REBELE & DETTMAR (1996) betonen, dass Industriebrachen und industriegeprägte Biotope in Städten in der Regel artenreicher sind im Vergleich zu Biotopen der intensiven Land- und Forstwirtschaft. KEIL & al. (2007b) stellen heraus, dass die Biodiversität (sowohl Zoo- als auch Phytodiversität) auf Industriebrachflächen des Ruhrgebietes durchaus qualitativ, beispielsweise durch das Vorkommen an Rote-Liste-Sippen, als auch quantitativ mit der Biodiversität in halbnatürlichen Landschaftsbestandteilen wie Magerrasen und Halbtrockenrasen vergleichbar ist. Mitunter ist die Biodiversität auf industriellen Brachflächen sogar höher als in siedlungsfernen Kulturlandschaften (KEIL & al. 2007b). Die Ursachen hierfür sind multikausal: zum einen weisen die Brachflächen eine Vielzahl unterschiedlichster Ökotope mit zahlreichen Mikrohabitaten und räumlich differenzierten Standortbedingungen auf (KEIL & al. 2007b), zum anderen erfolgt aus der räumlichen Umgebung der Brachflächen von den angrenzenden Siedlungsflächen ein permanenter Diasporeneintrag aus unterschiedlichen Diasporenquellen wie Gärten und Kleingartenanlagen ("Schrebergärten"), städtischen Parkflächen, Friedhöfen und Straßenbegleitpflanzungen (GAUSMANN 2008) (vgl. Kap. 7.3).

Auch REIDL (1989) stellt heraus, dass der Reichtum an Flora und Vegetation von Industriebrachen aus der Standortvielfalt der Flächen resultiert, die sich aus dem Zusammenspiel von Zeit, Substratvielfalt und gelegentlichen Eingriffen ergibt. KEIL & al. (2007b) führen die hohe Artenvielfalt industrieller Brachflächen ebenfalls auf deren Ausstattung mit einer Vielzahl unterschiedlichster Lebensräume und Biotope zurück. Zu diesen Parametern kommt ein weiterer Umstand hinzu, der die hohe Phytodiversität der urbanen Brachflächen erklärt. KEIL (1999) betont, dass neophytische Pflanzensippen das Bild anthropogen geprägter Lebensräume bestimmen. SUKOPP (2008) stellt in diesem Zusammenhang die Zunahme an ruderalen Neophyten heraus, die proportional mit dem Bevölkerungswachstum der Stadt Berlin ein-

herging. Obwohl innerstädtische Brachflächen durch ihre Isolation von Diasporenquellen der siedlungsfernen, naturnahen Vegetation abgeschnitten sind, ist das Diasporenangebot der gebietsfremden Pflanzensippen in Städten erhöht, so dass ein hohes Diasporenpotential der Adventivpflanzen in Städten vorhanden ist (KOWARIK 2008).

Von den Adventivpflanzen dominieren auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet die Ergasiophygophyten, Xenophyten und Akolutophyten spielen eine weniger große Rolle (vgl. Kap. 8.6.1 sowie GAUSMANN 2008). KEIL & LOOS (2004b) betonen, dass die Ergasiophygophyten im Gegensatz zu den Xenophyten an urbanen Standorten im Ruhrgebiet eine realistische Chance besitzen, sich einzubürgern, da sie bereits an die lokalklimatischen Verhältnisse angepasst sind. Bei den Ergasiophygophyten spielen vor allem verwildernde Holzgewächse eine wichtige Rolle, darunter einige wintergrüne Arten wie *Aucuba japonica*, *Mahonia aquifolium*, *Berberis julianae*, *Lonicera nitida*, *L. pileata*, *Prunus laurocerasus* s.l. und auch *Viburnum rhytidophyllum*, deren Fundmeldungen sich im Ruhrgebiet in den letzten Jahren auffällig mehren, obwohl einige dieser Arten bereits länger im Ruhrgebiet kultiviert werden (KEIL & LOOS 2004b; GAUSMANN & al. 2007c; HETZEL & GAUSMANN 2011). In diesem Kontext steht die Diskussion, ob diese frostempfindlichen Arten vom Klimawandel oder den speziellen thermischen Bedingungen des Großstadtklimas profitieren (vgl. SUKOPP & WURZEL 2003; GAUSMANN & al. 2007c). Nach Beobachtungen des Verfassers ist nicht nur *Buddleja davidii* besonders frostempfindlich (vgl. Kap. 7.3), sondern auch die in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesene Art *Cotoneaster rehderi*. Exemplare dieser Art zeigten auf der Untersuchungsfläche Westpark (Bochumer Verein) nach dem extrem kalten Winter 2009/2010 mit Extremtemperaturen von – 15 °C über mehrere Tage hinweg deutliche Anzeichen von Frostschäden, die meisten Exemplare waren bis zur Sprossbasis zurückgefroren.

Es stellt sich also in diesem Zusammenhang berechtigterweise die Frage, welche von den Adventivpflanzen im Allgemeinen und von den adventiven Gehölzsippen im Speziellen sich bereits eingebürgert haben, und welche ein hohes Einbürgerungspotential besitzen und sich zukünftig im Ruhrgebiet bzw. in Nordrhein-Westfalen dauerhaft etablieren werden. Sowohl in den untersuchten Industriewäldern als auch im Ruhrgebiet als fest eingebürgert können *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Prunus serotina*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Alnus incana*, *Buddleja davidii*, *Ligustrum vulgare*, *Rubus armeniacus*, *Ribes uva-crispa*, *Cornus sanguinea*, *C. sericea* und *Mahonia aquifolium* gelten (vgl. Anhang II u. III). Einbürgerungstendenzen in den Industriewäldern und im Ruhrgebiet zeigen *Quercus ceris* (vgl. GAUSMANN & al. 2007b),

Juglans regia, *Alnus cordata*, *Sorbus intermedia*, *Quercus rubra*, *Prunus mahaleb*, *Populus alba*, *Lonicera xylosteum*, *Philadelphus*-Hybriden, *Rosa multiflora*, *Crataegus pedicellata*, *Malus toringo*, *Parthenocissus inserta*, *P. tricuspidata*, *Pyracantha coccinea*, *Ligustrum ovalifolium* sowie einige der nachgewiesenen *Cotoneaster*-Sippen (vor allem *C. rehderi*, *C. dielsianus* und *C. suecicus*). Unbeständig treten in sowohl in den Industriewäldern als auch noch im Ruhrgebiet *Pyrus communis*, *Ribes sanguineum* sowie *Ribes alpinum* auf. Einige der adventiven Gehölzsippen wie z. B. *Ailanthus altissima* sind zwar mittlerweile im Ruhrgebiet fest eingebürgert, ob sie sich jedoch auch in den Industriewäldern einbürgern werden, bleibt in Zukunft weiterhin zu beobachten.

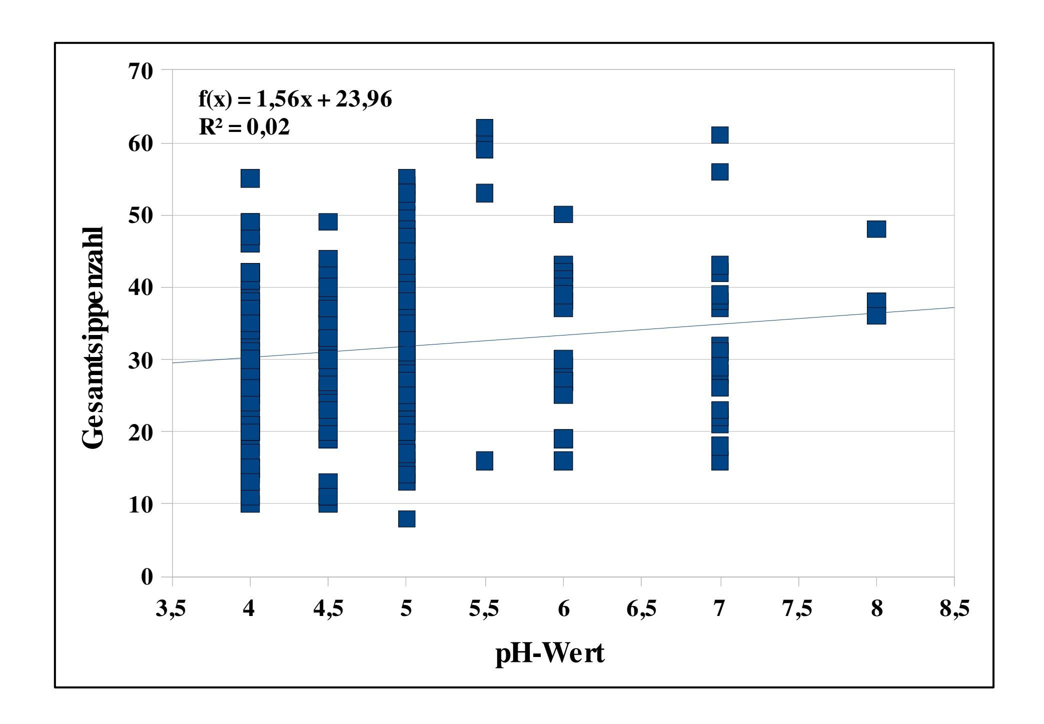


Abb. 47: Korrelation zwischen Gesamtsippenzahl (Höhere und Niedere Pflanzen) der Vegetationsaufnahmen und dem gemessenen pH-Wert in den spontan aufgewachsenen Industriewäldern

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass in Industriewäldern die Phytodiversität im Gegensatz zu natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften nicht an den pH-Wert gekoppelt ist (s. Abb. 47), wie dies beispielsweise in Kalk- und Silikatbuchenwäldern der Fall ist. Daher scheidet der pH-Wert als regulierender Faktor der Artenanzahl in Industriewaldökosystemen aus. Vielmehr ist die hohe Phytodiversität der industrietypischen Flora im Allgemeinen und der spontanen Industriewälder im Speziellen von anderen Parametern abhängig, wie z. B. der Anzahl und Verteilung unterschiedlicher Substrattypen

sowie der Verfügbarkeit von Diasporen in der Umgebung der Brachflächen. Die hohe Phytodiversität wird demnach durch die hohe standörtliche Vielfalt verursacht, d. h. das kleinräumige Mosaik unterschiedlicher Standortbedingungen führt zu einem rasch wechselnden Gradienten hinsichtlich der Bodenfeuchte, des Nährstoffangebotes, der Bodenreaktion und der Kontaminationen auf Industriebrachflächen. Auch KÜHNAPFEL (1992) betont, dass auf der Industriebrache NSG "Holzplatz" in Bönen die kleinräumige Verteilung von aufgebrachten Materialien wie Berge, Schotter, Schlacke, Aschen und Bauschutt zu extremen Standortunterschieden geführt haben, wodurch Standortsgrenzen scharf aufeinander treffen. Diese aus der ehemaligen Nutzung hervorgegangene Standortvielfalt auf engstem Raum resultierte beispielhaft in der beachtlichen Anzahl von 582 Gefäßpflanzensippen auf dem nur acht ha großen Areal des NSG "Holzplatz" in Bönen (KÜHNAPFEL 1992).

Tab. 19: Häufigkeiten und Herkunft der in den spontan entstandenen Industriewäldern durch Vegetationsaufnahmen (n = 316) nachgewiesenen Makro-Phanerophyten (n = 60)

Rang	**Taxon**	**Abs. Häufig.**	**Obstbaum**	**Zierpflanze (Hecken-, Garten- und Straßenbaum)**	**Forstliche Nutzung**	**Indigen im Ruhrgebiet**
1	*Betula pendula*	315		X		X
2	*Quercus robur*	267		X	X	X
3	*Salix caprea*	266		X		X
4	*Crataegus monogyna* s.l.	252		X		X
5	*Fraxinus excelsior*	223		X	X	X
6	*Sorbus aucuparia*	217		X		X
7	*Acer pseudoplatanus*	208		X	X	
8	*Acer campestre*	180		X		X
9	*Betula ×aurata*	173				X
10	*Prunus avium*	134	X	X	X	X
11	*Acer platanoides*	128		X	X	
12	*Prunus serotina*	125		X	X	
13	*Carpinus betulus*	112		X	X	X
14	*Populus tremula*	102		X		X
15	*Quercus rubra*	92		X	X	
16	*Prunus padus*	75		X		X
17	*Acer pseudoplatanus* "Purpureum"	44		X		X
18	*Salix ×reichardtii*	41				X
	Sorbus intermedia	41		X		
19	*Salix alba*	40		X		X
20	*Robinia pseudoacacia*	37		X	X	
21	*Ilex aquifolium*	35		X		X
	Populus nigra cv. Italica-Hybride	35				X
22	*Fagus sylvatica*	29		X	X	X
23	*Tilia cordata*	28		X	X	
24	*Alnus glutinosa*	24		X	X	X
25	*Populus maximowiczii*-Hybride	23				X
26	*Taxus baccata*	21		X	X	
27	*Juglans regia*	20	X	X	X	
28	*Alnus incana*	18		X	X	
29	*Aesculus hippocastanum*	17		X		
30	*Malus domestica*	15	X	X		
31	*Quercus cerris*	12		X	X	
32	*Populus alba*	11		X		
	Quercus petraea	11		X	X	?
	Tilia ×europaea "Pallida"	11		X		
33	*Prunus mahaleb*	10		X		
	Salix ×capreola	10				X
34	*Pinus sylvestris*	6		X	X	
35	*Salix ×smithiana*	5		X		X
	Tilia platyphyllos	5		X	X	
	Ulmus glabra	5		X	X	?
36	*Quercus ×rosacea*	4				
37	*Acer ginnala*	3		X		
	Ailanthus altissima	3		X		
	Alnus cordata	3		X		
38	*Crataegus laevigata*	2		X		X
	Fraxinus excelsior f. *monophylla*	2		X		X
	Pyrus communis	2	X			
	Sorbus aria	2		X		
39	*Acer platanoides* "Crimson King"	1		X		
	Acer saccharinum	1		X		
	Castanea sativa	1	X	X	X	
	Corylus colurna	1	X	X		
	Laburnum anagyroides	1		X		
	Picea abies	1		X	X	
	Populus balsamifera agg.	1		X	X	
	Salix fragilis	1				X
	Salix ×rubens	1				X
	Ulmus ×hollandica	1		X		

Tab. 20: Häufigkeiten und Herkunft der in den spontan und subspontan entstandenen Industriewäldern durch Vegetationsaufnahmen (n = 316) nachgewiesenen Meso- und Nano-Phanerophyten sowie verholzenden Lianen (n = 92)

Rang	**Taxon**	**Abs. Häufig.**	**Obstgehölz**	**Ziergehölz (Hecken- und Gartengehölz)**	**Indigen im Ruhrgebiet**
1	*Cornus sanguinea*	191		X	
2	*Rubus elegantispinosus*	175			X
3	*Rosa canina* s.l.	161		X	X
4	*Rubus armeniacus*	160	X		
5	*Corylus avellana*	134	X	X	X
6	*Sambucus nigra*	128	X	X	X
7	*Cornus sericea*	103		X	
8	*Rubus camptostachys*	96			X
9	*Lonicera xylosteum*	89		X	
10	*Ribes rubrum*	84	X	X	
11	*Ligustrum vulgare*	64		X	
12	*Amelanchier lamarckii*	63			X
13	*Buddleya davidii*	61		X	
	Rosa rubiginosa	61		X	
	Rubus corylifolius agg.	61			X
	Rubus pyramidalis	61			X
14	*Euonymus europaeus*	56		X	X
15	*Viburnum opulus*	44		X	X
16	*Rubus vestitus*	43			X
17	*Cotoneaster divaricatus*	41		X	
18	*Rubus idaeus*	40	X		X
19	*Viburnum lantana*	36		X	
20	*Cotoneaster rhederi*	34		X	
21	*Crataegus persimilis*	32		X	
22	*Ribes uva-crispa*	31	X		
23	*Ligustrum ovalifolium*	30		X	
24	*Rubus fruticosus* agg.	30			X
25	*Clematis vitalba*	28			X
26	*Hedera helix*	21		X	X
27	*Mahonia aquifolium*	19		X	
	Philadelphus-Hybride	19		X	
28	*Cotoneaster dielsianus*	18		X	
	Rubus macrophyllus	18			X
29	*Rosa multiflora*	16		X	
	Rubus gratus	16			X
30	*Rhamnus cathartica*	14		X	
31	*Ribes nigrum*	9	X		X
32	*Lonicera ledebourii*	8		X	
	Pyracantha coccinea	8		X	
	Rubus laciniatus	8	X		
	Rubus rudis	8			X
	Salix ×dasyclados	8		X	
33	*Lonicera periclymenum*	7			X
	Sambucus racemosa	7			X
34	*Frangula alnus*	6		X	X
	Prunus cerasifera	6	X	X	
34	*Rhus hirta*	6		X	
	Rubus sprengelii	6			X
	Symphoricarpos albus	6		X	
35	*Crataegus pedicellata*	5		X	
	Rubus adornatoides	5			X
	Rubus caesius	5			X
	Rubus dumetorum agg.	5			X
	Salix aurita	5		X	X
36	*Cotoneaster horizontalis*	4		X	
	Cotoneaster ×suecicus	4		X	
	Malus toringo	4	X	X	

Forts. Tab. 20: Häufigkeiten und Herkunft der in den spontan und subspontan entstandenen Industriewäldern durch Vegetationsaufnahmen (n = 316) nachgewiesenen Meso- und Nano-Phanerophyten sowie verholzenden Lianen (n = 92)

Rang	**Taxon**	**Abs. Häufig.**	**Obstgehölz**	**Ziergehölz (Hecken- und Gartengehölz)**	**Indigen im Ruhrgebiet**
36	*Malus toringo*	4	X	X	
	Prunus cerasus	4	X	X	
	Prunus spinosa	4		X	X
	Rubus winteri	4			X
37	*Lonicera tatarica*	3		X	
	Parthenocissus inserta	3		X	
	Ribes alpinum	3		X	
	Rosa glauca	3		X	
	Rubus lasiandrus	3			X
	Rubus parahebecarpus	3			X
	Rubus vinetorum	3			X
	Sambucus nigra var. *laciniata*	3		X	
	Syringa vulgaris	3		X	
38	*Caragana arborescens*	2		X	
	Cotoneaster hjelmqvistii	2		X	
	Lonicera henryi	2		X	
	Mespilus germanica	2	X		
	Prunus laurocerasus s.l.	2		X	
	Ribes sanguineum	2		X	
	Rubus adspersus	2			X
	Rubus nemerosus	2			X
	Salix ×multinervis	2			X
40	*Berberis julianae*	1		X	
	Berberis thunbergii	1		X	
	Cornus mas	1		X	
	Corylus maxima	1	X	X	
	Cotoneaster moupinensis	1		X	
	Cotoneaster salicifolius	1		X	
	Kerria japonica	1		X	
	Lonicera pileata	1		X	
	Parthenocissus tricuspidata	1		X	
	Rosa rugosa	1	X	X	
	Rubus crassidens	1			X
	Rubus schleicheri	1			X
	Phyllostachys aureosulcata	1		X	
	Viburnum rhytidophyllum	1		X	

Die vorliegende Untersuchung konnte anhand von 316 Vegetationsaufnahmen mit 60 großwüchsigen Laub- und Nadelbäumen (Makro-Phanerophyten) und 92 Sträuchern und verholzenden Kletterpflanzen (Meso- und Nano-Phanerophyten, verholzende Lianen) eine extrem hohe Diversität an Gehölzgewächsen in den spontanen Industriewäldern des Ruhrgebietes nachweisen (s. Tab. 19 u. 20). Von diesen Holzgewächsen findet eine Vielzahl Verwendung als Kulturpflanzen. Ein Großteil dieser Holzgewächse ist im Ruhrgebiet als nicht indigen einzustufen (s. Tab. 19 u. 20).

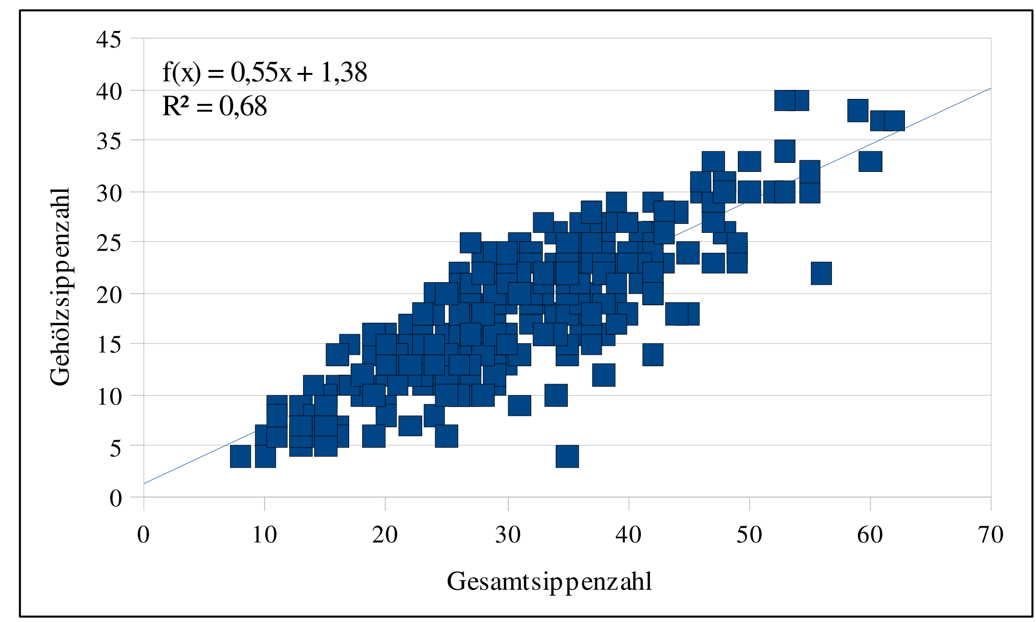


Abb. 48: Korrelation zwischen Gesamtsippenzahl und Gehölzsippenzahl in den Vegetationsaufnahmen (n = 316) spontaner Industriewälder im Ruhrgebiet

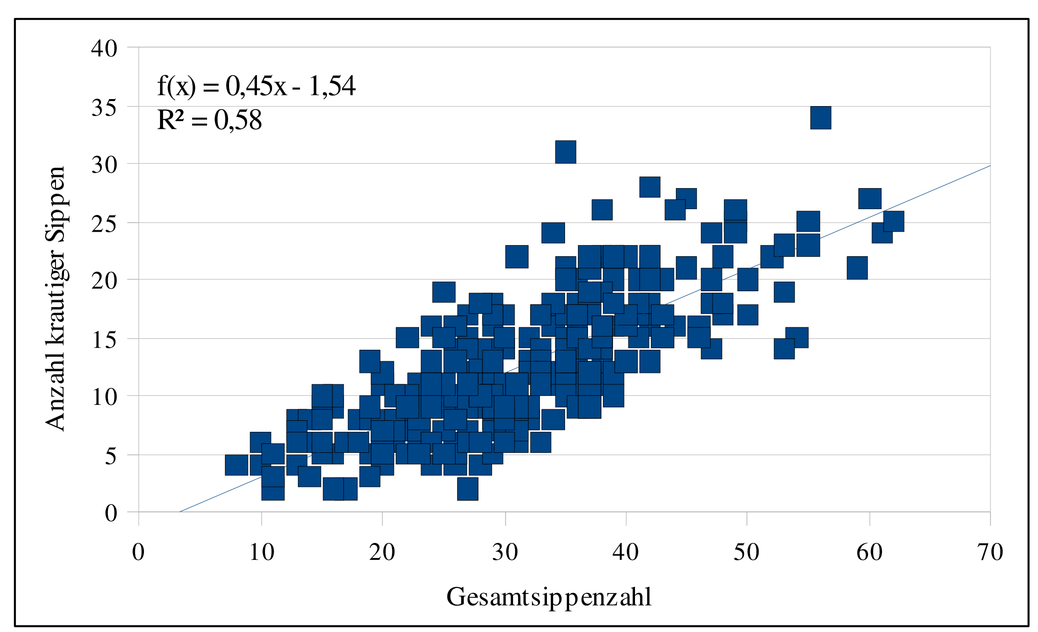


Abb. 49: Korrelation zwischen Gesamtsippenzahl und Anzahl krautiger Sippen (Höhere und Niedere Pflanzen) in den Vegetationsaufnahmen (n = 316) spontaner Industriewälder im Ruhrgebiet

Wie in den Abbildungen 48 u. 49 ersichtlich wird, ist die Beziehung zwischen Holzgewächsen und der Gesamtsippenzahl (R = 0,68) stärker als die Beziehung zwischen krautigen Pflanzen (nicht verholzende Höhere und Niedere Pflanzen) und der Gesamtsippenzahl (R = 0,58), so dass die hohe Phytodiversität der spontanen Industriewälder stärker von dem hohen Anteil an Gehölzen abhängig ist als von dem Anteil der krautigen Pflanzensippen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Holzgewächse einen größeren Anteil am Gesamtsippeninventar der spontanen Industriewälder haben als die krautigen Pflanzensippen.

Der Umstand, dass die Gehölzdiversität in urban-industriellen Wäldern auf Brachflächen im Ruhrgebiet höher ist als in Waldtypen der naturnahen, siedlungsfernen Landschaft, wurde bereits von LOOS (2007) explizit herausgestellt. WITTIG (1991a) verweist auf die große Anzahl an spontan verwildernden Gehölzsippen in Städten. In diesem Kontext stellt auch KUNICK (1990) die Fähigkeit vieler kultivierter Gehölze heraus, in Städten zu verwildern und auch spontan wachsen zu können. Konkret gibt REIDL (1989) 43 häufig verwildernde Gehölzsippen auf Baugebietsflächen in Essen an, KUNICK (1985) listet insgesamt 232 verwildernde Bäume, Sträucher und holzige Kletterpflanzen aus insgesamt zehn deutschen Städten auf, darunter 114 in Mitteleuropa heimische und 118 gebietsfremde Baum- und Strauchsippen. Dabei betont KUNICK (1985) aber, dass davon nur ein relativ geringer Teil in der Lage ist, große und dichte Bestände aufzubauen. Auch WITTIG (1991a) verweist darauf, dass es sich bei den in Städten spontan auftretenden Bäumen oftmals um juvenile Exemplare handelt, welche unter Konkurrenzbedingungen nicht über das juvenile Stadium hinauskommen, doch zeugt diese immense Anzahl an verwildernden Gehölzen in städtischen Lebensräumen von dem enorm hohen Potential, das von den kultivierten Gehölzsippen in Städten auf die umliegenden Lebensräume, wie dies z. B. Brachflächen durch ihre innerstädtische Lage darstellen, ausgeht. Aus Leipzig berichtet GUTTE (1991) von insgesamt 79 verschiedenen Gehölzsippen, welche sich spontan auf einem alten Müllberg angesiedelt haben, darunter viele Zier- und Obstgehölze. ZÜGHART & al. (1996) berichten von 87 spontan auftretenden Gehölzen (Sträucher, Bäume, Lianen) aus dem Gebiet der Bremer Häfen, von denen die einheimischen Gehölze gegenüber den Archäophyten, Neophyten und Unbeständigen überwiegten. Für das gesamte Ruhrgebiet geben KEIL & LOOS (2002b) 174 verwildernde Gehölzsippen an, darunter einheimische, unbeständige und eingebürgerte Sippen. GAUSMANN & al. (2007a) listen insgesamt 53 Sippen an großwüchsigen Laub- und Nadelbäumen (Makro-Phanerophyten) auf, welche durch Untersuchungen in urban-industriellen Vorwäldern des Ruhrgebietes nachgewiesen werden konnten.

Vergleichende Darstellungen von LOOS (2007) stellen die um ein Vielfaches erhöhte Strauch- und Baumdiversität urban-industrieller Wälder im Vergleich zu naturnahen Waldgesellschaften wie Waldmeister-Buchenwäldern (*Galio odorati-Fagetum*) und Hainsimsen-Buchenwäldern (*Luzulo-Fagetum*) heraus. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen diesen Sachverhalt. Es lässt sich bilanzierend festhalten, dass die spontan aufgewachsenen Industriewälder eine Diversität an Gehölzgewächsen aufweisen, wie sie in kaum einer natürlichen oder naturnahen Waldgesellschaft zu finden ist. Diese Gehölzdiversität wird im Gegensatz zu den siedlungsfernen Waldökosystemen jedoch von anderen Parametern als dem pH-Wert gesteuert, wobei die Verfügbarkeit von Diasporen einheimischer und nichteinheimischer Gehölzsippen, standörtliche Vielfalt auf den Brachflächen und auch Ruderalisierungseffekte entscheidend sind.

Da eine hohe Quantität jedoch nicht automatisch eine hohe Qualität bedeutet, gilt es ferner zu diskutieren, welchen Wert die spontanen Industriewälder als industrietypische Vegetation haben. Eine höhere Phytodiversität allein begründet nicht die Schutzwürdigkeit der Industriewald-Bestände (vgl. Kap. 9.4). Die hohe Vielfalt an Pflanzensippen kann jedoch ein erhöhtes Erlebnispotential für die Stadtbevölkerung zur Folge haben, da einige der Industriebrachflächen im Ruhrgebiet für die Erholung suchende Bevölkerung zugänglich sind. Spontane Industriewälder können demnach einen Beitrag zum Erlebniswert der Industrienatur leisten. Auch hinsichtlich stadtökologischer und stadtbotanischer Fragestellungen und Untersuchungen sollte die extrem hohe Phytodiversität der spontanen Industriewälder Berücksichtigung und Eingang in die Managementkonzepte bezüglich der urban-industriellen Restflächen finden.

9.4 Aspekte des Natur- und Artenschutzes

Das Bundesnaturschutzgesetz und das Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen fordern in §1 den Schutz von Tier- und Pflanzenarten nicht nur in der Naturlandschaft, sondern auch im besiedelten Bereich. Vor diesem Hintergrund ist von Bedeutung, dass verschiedene Untersuchungen basierend auf den Ergebnissen stadtökologischer Forschung und stadtfloristischer Kartierungen gezeigt haben, dass Industrie- und Gewerbebrachen oftmals zu den für den Arten- und Biotopschutz wertvollsten Flächen innerhalb einer Stadt gehören (DETTMAR 1992b). Dies gilt insbesondere unter den Gesichtspunkten Phytodiversität und Auftreten seltener oder gefährdeter Arten. Nicht selten zählen Industriebrachflächen zu den arten-

reichsten Lebensräumen in Mitteleuropa (KEIL & VOM BERG 2003). SUKOPP (1979) stellt heraus, dass sich schutzwürdige Biotope sowie Refugien für seltene und gefährdete Arten innerhalb der Stadt neben den großen Parkanlagen, Friedhöfen und alten Gartenanlagen vor allem auf die Ruderalflächen sowie lange ungestört liegende innerstädtische Brachflächen konzentrieren.

Durch die zahlreichen Studien zur Flora und Vegetation der industriellen Brachflächen wurde schnell deutlich, dass diese hinsichtlich ihres floristischen Inventars sogar im bundesweiten Vergleich einzigartig sind (KEIL & VOM BERG 2003). Die vorhandenen Untersuchungen zu Flora, Vegetation und auch zur Fauna auf industriellen Brachflächen (z. B. DETTMAR 1992a u. 1992b; KÜHNAPFEL 1992; LOOS 1992; REIDL 1995; GAUSMANN & al. 2004; GAUSMANN 2007) haben gezeigt, dass eine Vielzahl an Tier- und Pflanzenarten, die durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung in der Kulturlandschaft oder den Verlust an Naturlandschaft selten geworden sind und auf der Roten Liste geführt werden, auf den Industriebrachflächen einen Ersatzlebensraum gefunden haben. Eine lokale Studie im Ruhrgebiet von JAGEL & GAUSMANN (2010) über die Bochumer Flora führte zu dem Ergebnis, dass bedrohte und gefährdete Pflanzenarten quantitativ auf den Industriebrachflächen zahlreicher vertreten waren als in den Naturschutzgebieten der Stadt mit naturnahen Lebensräumen, was den hohen botanisch-naturschutzfachlichen Wert dieser Flächen bezeugt.

Nur ein Teil der Industriebrachflächen im Ruhrgebiet wird in Abhängigkeit von der Altlastensituation, dem Flächen- und Investorenbedarf, der städtischen Lage und der Verkehrsanbindung für neue Verwendungszwecke umgenutzt (WEISS 2003a). Brachflächen, die nicht wieder in Wert gesetzt, revitalisiert und reaktiviert werden (vgl. Kap. 3) stellen somit ein erhebliches Potenzial für Freiraum- und Naturschutzentwicklungen dar (DETTMAR 1995). Auf den Industriebrachflächen stellt sich von selbst eine "wilde" Naturentwicklung ein, die vielen Pflanzen- und Tierarten Lebensraum bietet (WEISS 2003a). Dazu zählen neben Ubiquisten auch sensible und gefährdete Arten (REBELE & DETTMAR 1996). KEIL & VOM BERG (2003) betonen jedoch, dass der Naturschutz hinter anthropogenen Interessen zurückstehen muss, wenn von mit Altlasten kontaminierten Brachflächen Gefahren für den Menschen ausgehen.

Zahlreiche Ergebnisse von Biotopkartierungen in Städten belegen, dass Industrieflächen und vor allem Industriebrachen aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege große

Bedeutung zukommt (SCHULTE 1992). Die Bedeutung industrieller Brachflächen für den botanischen Naturschutz im Ruhrgebiet ist verschiedentlich dargestellt worden (Mülheim an der Ruhr – KEIL & VOM BERG 2003; Oberhausen – RIEDEL & al. 2005; Essen – REIDL 1989; Gelsenkirchen – HAMANN 1988 u. GAUSMANN & al. 2004; Bochum – JAGEL 2003 u. JAGEL & GAUSMANN 2010; Bönen – KÜHNAPFEL 1992 u. LOOS 1992). Untersuchungen von DETTMAR (1992b) ergaben, dass auf Industrieflächen und Industriebrachen im Ruhrgebiet mit 579 Pflanzensippen rund 31 % der Gesamtflora von Nordrhein-Westfalen auftraten. Darunter waren 72 Sippen, welche für das Ruhrgebiet als selten eingestuft wurden und 33 Sippen der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Nordrhein-Westfalens (DETTMAR 1992b). Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass der Anteil an seltenen und gefährdeten Sippen in den jungen, konkurrenzfreien Pionierstadien am höchsten ist und bei fortschreitender Sukzession wieder abnimmt, da in diesen älteren Stadien oftmals nur wenige, dafür aber konkurrenzkräftige Sippen dominieren. Paradoxerweise liegt die Gefährdung der seltenen Arten und Rote-Liste-Arten nicht nur in einer Reaktivierung der Flächen, sondern auch in der fortschreitenden, natürlichen Sukzessionsentwicklung selbst begründet (KEIL 2011). Ein beträchtlicher Anteil der Industriebrachflächen des Ruhrgebietes befindet sich mittlerweile in einem Stadium, in dem Gehölzbestände dominieren (s. Abb. 50). Dadurch stellt sich für den Naturschutz die Frage, wie man die Pionierstadien langfristig erhalten kann.

Auch JAGEL (2003) verweist darauf, dass bei fortschreitender Sukzession die meist niedrigwüchsigen und daher konkurrenzschwachen Sippen der Pionierstadien wie z. B. *Filago minima*, *Illecebrum verticillatum* und *Centaurium pulchellum* zurückgehen. JAGEL & GAUSMANN (2010) sowie KEIL & al (2007b) stellen den deutlichen Rückgang seltener und gefährdeter Sippen in der Altersentwicklung von Sukzessionsstadien auf Industriebrachflächen heraus. Mit der ungestört andauernden Sukzession kommt es jedoch nicht nur zu einem Rückgang der seltenen und gefährdeten Sippen, sondern zu einem Rückgang der Phytodiversität insgesamt. So konnten beispielsweise auf der Brachfläche des Gleisparks Essen-Frintrop im Jahre 1995 noch 289 Sippen der Gefäßpflanzen bilanziert werden (REIDL 1995), bis die Anzahl an Gefäßpflanzen auf 251 Sippen im Jahre 2009 zurückging (KEIL & al. 2010a), was einem Rückgang von 13 % innerhalb eines Zeitraumes von annähernd 15 Jahren entspricht. Ähnliche Entwicklungen werden von KOWARIK & LANGER (2008) von der Bahnbrache des Schöneberger Südgeländes (heute Natur-Park Südgelände) beschrieben. Innerhalb eines Zeitraumes von zehn Jahren verdoppelte sich dort die Fläche der Gehölzbestände, die

überwiegend von *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Acer platanoides* und *A. pseudoplatanus* aufgebaut werden, auf Kosten der krautigen Vegetationsbestände.

Dies wirft die Frage auf, ob ein Naturschutz mit musealem Charakter die passende Strategie zum Erhalt der seltenen und typisch urban-industriellen Arten auf den Industriebrachen des Ruhrgebietes sein kann. Das naturschutzfachliche Ziel im Ruhrgebiet ist es folglich, unter besonderer Berücksichtigung der typisch urban-industriellen Biotoptypen deren Initialstadien in angemessenem Umfang langfristig zu erhalten (HÜBSCHEN 2008). Auch REBELE & DETTMAR (1996) stellen heraus, das das Hauptaugenmerk der Naturschutzbestrebungen auf der Erhaltung der frühen Sukzessionsstadien liegen sollte, um möglichst viele der auf den vorhandenen Pionier- und Trockenrasenstandorten vorkommenden seltenen, gefährdeten oder aus sonstigen Gründen bedeutsamen Pflanzenarten langfristig zu erhalten. Arten wie beispielsweise *Kickxia elatine*, *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Centaurium pulchellum* sollen durch die Bereitstellung offener konkurrenzarmer Standorte gefördert werden, wie dies durch Pflege- und Eingriffsmaßnahmen in Form von Bodenverwundungen (Aufreißen, Abschieben) oder regelmäßige Mahd umgesetzt werden kann.

WEISS (2003a) betont vor diesem Hintergrund, dass das Zulassen einer unbeeinflussten Naturentwicklung unvereinbar mit dem Ziel ist, bestimmte Phasen der Bracheentwicklung, vor allem die frühen Brachestadien mit den Pionierfluren, zu erhalten. Dabei erscheinen zunächst beide Zielbereiche, also ungestörte Entwicklung und gelenkte Sukzession in entgegengesetzter Richtung, sowohl fachlich als auch politisch sinnvoll und folgerichtig (WEISS 2003a). Sie können und sollten nicht grundsätzlich gegeneinander abgewogen werden, sondern sollten bezüglich des Realisationsausmaßes wie Flächenmenge, räumliche Verteilung und Flächenverbund differenziert betrachtet werden und möglicherweise auch als Einzelfallentscheidung für die jeweilige Fläche umgesetzt werden (WEISS & SCHÜTZ 1997). Dabei spielt natürlich auch die Verfügbarkeit von öffentlichen Mitteln für die Pflege und Entwicklung solcher Brachflächen eine wichtige Rolle.

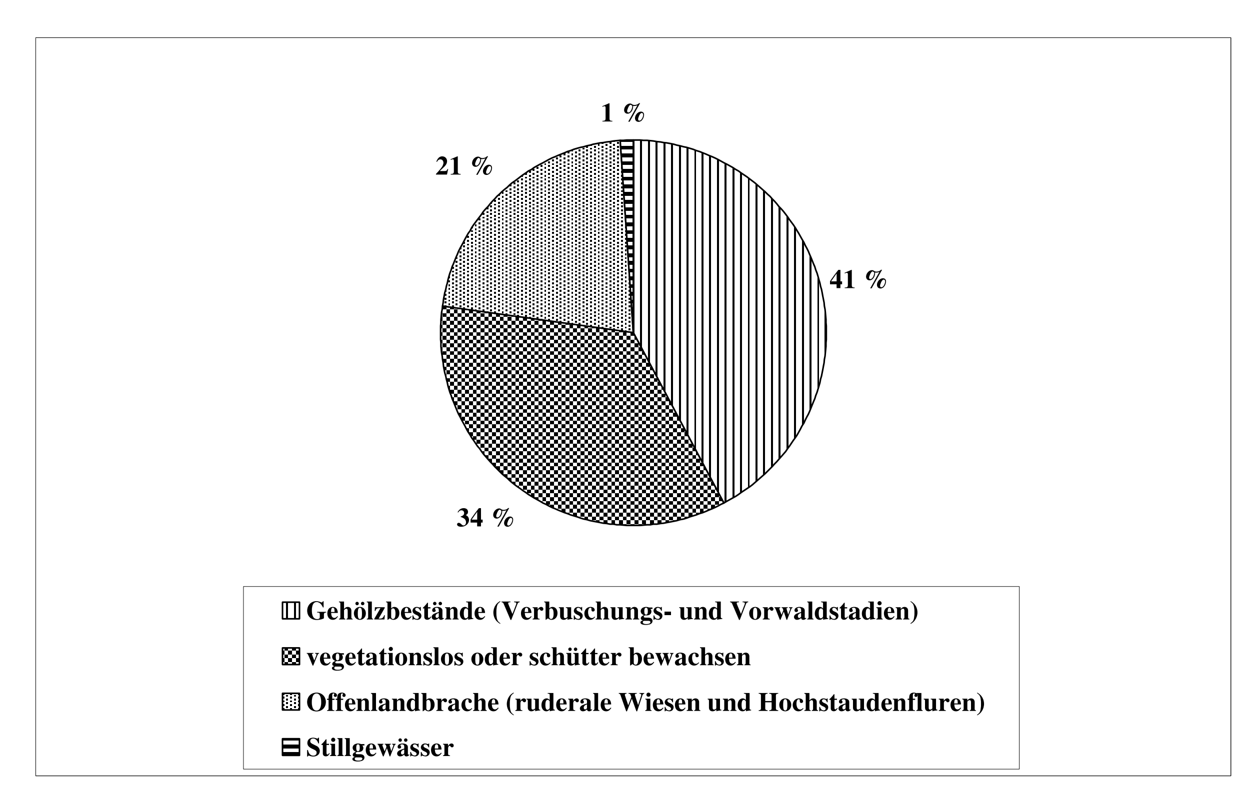


Abb. 50: Prozentuale Verteilung von Vegetationsstrukturen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet (nach MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW 2006; verändert)

Ein erster Ansatz zum Schutz und Erhalt der Ruderalvegetation auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet war das Konzept "Naturschutz auf Zeit". Hierbei wurde eine ungestörte Vegetationsentwicklung solange zugelassen, bis sich für die jeweilige Brachfläche eine neue Folgenutzung gefunden hatte. Vorraussetzung hierfür war jedoch eine gewisse Toleranz gegenüber ästhetischen Ansprüchen, da Ruderalvegetation meist wegen ihres "unordentlichen" Charakters von vielen Menschen der Bevölkerung als "Schandfleck" innerhalb der Stadt empfunden wird (KEIL & VOM BERG 2003). Leider ist dieses Konzept nach dem heutigen Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalens nicht mehr zulässig. An dieser Stelle sei auf die Gefährdung der Ruderalvegetation durch Pflegemaßnahmen hingewiesen. Da die spontane Ruderalvegetation meist als nicht "ästhetisch" empfunden wird, wurde sie in der Vergangenheit immer wieder beseitigt oder durch gärtnerische Eingriffe in Zierrasen, Bepflanzungen aus Bodendeckern oder Gehölzanpflanzungen aus oftmals gebietsfremden Ziergehölzen umgewandelt. Auch mit Herbiziden wurde und wird die Ruderalvegetation intensiv bekämpft. Beispiele hierfür existieren aus dem Ruhrgebiet insbesondere von den "Ankerpunkten" der Route der Industriekultur wie z. B. am Westpark (Jahrhunderthalle) in Bochum oder der Zeche Zollverein XII in Essen.

Insgesamt konnten 19 gefährdete Arten in den untersuchten Industriewäldern nachgewiesen werden, von denen vier bundesweit, fünf landesweit und zehn regional gefährdet sind (s. Tab. 21). Hierbei muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den als gefährdet eingestuften Gehölzarten *Mespilus germanica*, *Rhamnus cathartica*, *Taxus baccata* und *Ulmus glabra* vermutlich um Verwilderungen aus benachbarten Anpflanzungen handelt. Die nachgewiesenen gefährdeten Arten traten in den Vegetationsaufnahmen nur selten und mit geringer Stetigkeit auf (s. Tab. 21). Seltene und gefährdete Sippen sind daher in Industriewäldern des Ruhrgebietes eher Singularitäten und Ausnahmeerscheinungen. Mit dem Moos *Rhytidiadelphus triquetrus* (Großes Kranzmoos) konnte des Weiteren ein für den Naturraum "Westfälische Bucht / Westfälisches Tiefland" gefährdetes Laubmoos (SCHMIDT 2011) in den spontanen Industriewäldern nachgewiesen werden (vgl. Anhang II).

Tab. 21: Übersicht zur Häufigkeit der in den untersuchten Industriewäldern nachgewiesenen gefährdeten Gefäßpflanzensippen sowie deren Vorkommen in den untersuchten Naturräumen und ihr Gefährdungsgrad (nach KORNECK & al. 1996 sowie RAABE & al. 2011)

Taxon	**Abs. Häufig-keit**	**Vor-kommen NRTL**	**Vor-kommen WB/WT**	**Rote-Liste-Status BRD**	**Rote-Liste-Status NRW**	**Rote-Liste-Status NRTL**	**Rote-Liste-Status WB/WT**	**Rote-Liste-Status BRG**
Aira praecox	2	-	X	*	3	*	3	2
Campanula rapunculus	2	X	X	*	*	*	*	3
Campanula rotundifolia	1	-	X	*	*	*	3	3
Carex disticha	5	-	X	*	*	*	*	3
Carex muricata s.str.	6	-	X	*	*	*	2	2
Convallaria majalis	1	-	X	*	*	*	*	3
Galium verum	1	-	X	*	V	*	*	3
Hieracium caespitosum	5	-	X	3	*	*	*	*
Mespilus germanica[1]	2	-	X	*	*	*	*	3
Myosotis ramosissima	1	-	X	*	3	*	3	*
Polystichum aculeatum	1	-	X	*	*	*	D	*
Pyrola minor	1	-	X	*	3	*	2	0
Rhamnus cathartica[1]	14	X	X	*	*	3	3	3
Rubus crassidens	1	-	X	*	*	*	*	D
Rubus parahebecarpus	3	-	X	*	*	*	0	k.A.
Scrophularia auriculata	1	-	X	3	*	*	k.A.	2
Taxus baccata[1]	21	X	X	3	3	k.A.	k.A.	k.A.
Ulmus glabra[1]	5	X	X	*	3	k.A.	k.A.	D
Verbascum blattaria	1	X	-	3	k.A.	k.A	k.A.	k.A.
∑ **19**								

(Abkürzungen: BRD = Bundesrepublik Deutschland, NRW = Nordrhein-Westfalen, NRTL = Niederrheinisches Tiefland, WB/WT = Westfälische Bucht / Westfälisches Tiefland, BRG = Ballungsraum Ruhrgebiet; k.A. = keine Angabe, * = ungefährdet, D = Datenlage zur Verbreitung und Gefährdung der Sippe sind unzureichend, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet, 0 = ausgestorben; [1] = Vorkommen vermutlich aus Verwilderung hervorgehend)

Industriewälder können jedoch einige bemerkenswerte floristische "Highlights" aufweisen, so z. B. im Naturraum der Westfälischen Bucht seltene Sippen wie *Polystichum aculeatum* oder *Dryopteris borreri* (vgl. GAUSMANN & al. 2004 sowie GAUSMANN & al. 2010) oder auch für die Bundesrepublik Deutschland bzw. Nordrhein-Westfalen seltene Neufunde verwilderter Kulturpflanzen wie beispielsweise *Rodgersia aesculifolia* (vgl. FUCHS & al. 2008). REIDL (1989) konnte mit *Monotropa hypopitys* in einem Essener Weidenröschen-Salweiden-Vorwald ebenfalls eine für das Stadtgebiet sowie den Naturraum Westfälische Bucht seltene Art in ruderalen Vorwald-Beständen nachweisen.

Auch wenn sie nicht als gefährdet eingestuft werden, sollten aus regionalen und pflanzengeographischen Aspekten die anökophytischen Pappel-Hybriden des Ruhrgebietes und die von ihnen aufgebauten Vegetationsbestände in Teilen flächenhaft erhalten werden, da diese Anökophyten als Neo-Endemiten des Ruhrgebietes betrachtet werden können, an denen sich exemplarisch evolutionäre Prozesse und Neubildungen von Sippen studieren lassen (vgl. Kap. 8.1.8).

Wie aus den Ergebnissen der Untersuchung von Industriewäldern im Ruhrgebiet hervorgeht, lässt sich deren Schutz alleine unter floristischen Gesichtspunkten nur schwer begründen. Der Schutz spontan aufgewachsener Gehölzvegetation auf Industriebrachflächen begründet sich also weniger auf den floristischen Vorkommen seltener oder gefährdeter Sippen als vielmehr auf wichtigen stadtökologischen und umweltpädagogischen Funktionen, welche die Industriewälder des Ruhrgebietes einnehmen. SCHULTE (1992) zählt dazu unter anderem die Funktionen von Industriebrachen im Hinblick auf Naturerfahrung, Naturlerleben und naturschutzbezogene Öffentlichkeitsarbeit. Die hohe umweltpädagogische Bedeutung der Industriewälder für die städtische Bevölkerung im Ruhrgebiet stellen KEIL (2002) sowie WEISS (2003a) explizit heraus.

KUNICK (1990) betont die Notwendigkeit der Unterschutzstellung spontan aufgewachsener Gehölzvegetation in Städten auf Grund ihrer ökologischen Bedeutung und als Bestandteil der noch verbliebenen Stadtnatur. Nach KUNICK (1990) sind der ökologische Wert und die ökologische Bedeutung der spontan aufgewachsenen Gehölzvegetation in Städten gleichzusetzen mit der kultivierten Gehölzvegetation in Parkanlagen. Unglücklicherweise genießt die spontan aufgewachsene Gehölzvegetation der Städte keinen Schutz und kann lokal wieder durch städtebauliche Maßnahmen zerstört werden. KUNICK (1990) fordert daher den dringend

notwendigen Schutz der spontanen Gebüschvegetation in Städten, der ebenso notwendig ist wie der Schutz anderer Grünflächen und Naturrelikte innerhalb der Städte.

Des Weiteren können spontan aufgewachsene Gehölzbestände als Monumente der Stadtgeschichte angesehen werden, da sie in gewissem Maße ebenfalls wie die heute noch erhaltenen Gebäudereste und Produktionsstätten der Montan- und Schwerindustrie die vormalige industrielle Nutzung widerspiegeln. Somit kommt den spontan entstandenen Industriewäldern, da sie typisch für Brachflächen des Ruhrgebietes sind, als Zeiger ehemaliger industrieller Nutzung der Flächen ein hoher kulturhistorischer Wert zu. Zu den regionalen pflanzengeographischen Besonderheiten und Eigentümlichkeiten gehört im Ruhrgebiet die industrietypische Flora und Vegetation. So wie heutzutage Vegetationstypen der vorindustriellen Kulturlandschaft (Wacholder- und Zwergstrauchheiden, Halbtrockenrasen, Magergrünland) erhalten werden, ist der Schutz von urban-industrieller Vegetation der Industrielandschaft vor dem Hintergrund der sich im Ruhrgebiet auf dem Rückzug befindlichen Montanindustrie besser verständlich und erklärbar. Die Argumente für einen langfristigen Erhalt sowohl der besonders wertvollen Pionierstadien als auch älterer Sukzessionsstadien liegen demnach auf der Hand, welche es zukünftig bei der naturschutzfachlichen Planung von Industriebrachen umzusetzen gilt.

Der Schutz und Erhalt von Industriewäldern im Ruhrgebiet lässt sich auch aus wissenschaftlichen Aspekten begründen, da an ihnen exemplarisch der Sukzessionsverlauf und die dynamische Waldentwicklung auf Industriebrachflächen studiert werden können. Durch den Rückgang der Montanindustrie – im Jahre 2011 existierten nur noch drei aktive Bergwerke im Ruhrgebiet – fallen kaum noch industrielle Restflächen an, so dass das Flächenpotential an neuen Industriebrachen zukünftig begrenzt sein wird. Hier sollte die einmalige Chance gewahrt werden, die industrietypischen Waldbestände des Ruhrgebietes in Teilen zu erhalten, wie dies glücklicherweise im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" bereits realisiert worden ist (vgl. Kap. 3).

Sukzession als Prozeßschutz

Die naturnahen Vorwald-Gesellschaften im siedlungsfernen Bereich sind heutzutage durch eine Vielzahl von Gefährdungsfaktoren lokal bedroht und im Rückgang begriffen. Zwar sind dort insgesamt die Gesellschaften des *Sambuco racemosae-Salicion capreae* relativ häufig, doch können sie durch die flächendeckende Anlage von Fichten-Monokulturen gebietsweise

floristisch stark verarmen oder weitgehend verschwinden (PREISING & al. 2003). Forstliche Betriebsflächen werden rasch wieder mit den kultivierten Forstgehölzen aufgeforstet, so dass Sukzessionsreihen und deren Bindeglieder in Regionen mit intensiver forstlicher Nutzung selten geworden sind. PREISING & al. (2003) stellen die Vorwälder und Gebüsche einschließlich ihrer Tierwelt explizit als besonders schutzwürdige Lebensgemeinschaften heraus, die durch ihren Reichtum an insektenblütigen Sträuchern und fleischigen Diasporen als Nahrungsdargebot für die Avifauna für den Naturschutz wertvolle Bereiche darstellen. Urban-industrielle Vorwälder können gewissermaßen als Ersatz für den Verlust der siedlungsfernen Vorwälder dienen und den Verlust dieser Gesellschaften an den siedlungsfernen Wuchsorten kompensieren oder zumindest abmindern.

TISCHEW (1996) betont, dass spontane Primärzukzessionen in Richtung eines Waldes in Mitteleuropa nur noch an wenigen Standorten auf größeren Flächen beobachtet werden können. Die Ursache hierfür liegt in einer meist auf schnelle Holzproduktion ausgerichteten Forstwirtschaft und Waldbewirtschaftung, da nach Rodung meist schnell wieder mit den forstlich favorisierten Gehölzen (*Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea* und andere) aufgeforstet wird und so der natürliche Sukzessionsprozess ausgeschaltet wird. Ferner verweist SCHUBERT (2001) darauf, dass die Vorwald-Gebüsche des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* an natürlichen, stadtfernen Wuchsorten durch das Eindringen neophytischer Gehölzsippen gefährdet sind. Im urban-industriell geprägten Raum des Ruhrgebietes sind solche adventiven Gehölzsippen – wenn auch meist nur untergeordnet am Aufbau der Industriewälder beteiligt – jedoch als fester Bestandteil im Sippeninventar dieser Gesellschaften anzusehen. WEISS (2007) stellt heraus, dass die Zulassung einer unbeeinflussten Naturentwicklung auf Brachflächen im Ruhrgebiet im Gegensatz zu gärtnerisch geplanter und gepflegter "Kunstnatur" einen erheblichen Beitrag für die urbane Artenvielfalt darstellt. Es ist also aus naturschutzfachlichen Aspekten erforderlich, die Landschafts- und Vegetationsdynamik auf den Industriebrachflächen aufrecht zu erhalten, wenn man den hohen Artenreichtum der industrietypischen Flora langfristig erhalten möchte.

WEISS & SCHÜTZ (1997) proklamieren als ein unverzichtbares Naturschutzziel, natürliche Regenerationsprozesse und Rückeroberungen durch die Natur in geschädigten Landschaften zuzulassen. Urban-industrielle Ökosysteme haben – wenn auch nur in begrenztem Maße – die Fähigkeit, gestörte Funktionsgefüge im Naturhaushalt sowie Stoffkreisläufe neu aufzubauen.

Daher sind die Regeneration des Naturhaushaltes, die Entwicklung und Förderung des Arten- und Biotopschutzes in Kombination mit optimierten Naherholungsmöglichkeiten für die städtische Bevölkerung die Chancen der Industriebrachen im Ruhrgebiet. Sie sind geradezu prädistinierte Flächen für die Rückeroberung und Wiederbesiedlung der biotischen Umwelt (WEISS & SCHÜTZ 1997). Das Entwicklungsziel "Rückeroberung durch die Natur" stellt eine nicht klar festgelegte Zielsetzung dar, die nicht durch einen bestimmten Ziel-Biotoptypen festgelegt ist, wie dies bei den meisten Naturschutzprojekten der Kulturlandschaft der Fall ist. Vielmehr führt die Sukzession auf den Restflächen zu Waldtypen, deren weitere Entwicklung und deren Artenzusammensetzung auch nach dem heutigen Stand der Forschung noch weitgehend unbekannt sind (vgl. Kap. 9.7).

Der naturschutzfachliche Wert der Industriebrachflächen in faunistischer Hinsicht ist in hohem Maße abhängig vom jeweiligen Alter und Strukturreichtum. Trockene, gras- und blütenpflanzereiche Hochstaudenstadien mit Halbtrockenrasencharakter sind für Artengruppen wie Käfer, Schmetterlinge und Heuschrecken von Bedeutung (vgl. DÜRRBAUM 1991; JENTSCH 1993; KÜHNAPFEL 1993; KÜHNAPFEL & LOOS 1994; SCZEPANSKI 2005). Temporär Wasser führende Tümpel, welche bevorzugt auf verdichtetem Bergematerial entstehen, sind wertvolle Laichplätze der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) (REBELE & DETTMAR 1996; RÜDIGER 2009). Am Rande sei bemerkt, dass es mit fortschreitender Sukzession auf industriellen Brachflächen auch zu einer Verschiebung im Artenspektrum von seltenen oder gefährdeten Vertretern der Avifauna kommt. Wogegen die vegetationsarmen Pionierflächen mit ihrem grusigen Ausgangssubstrat als Ersatzlebensraum und Brutplatz von Flussregenpfeifer (*Chraradrius dubius*) und Kiebitz (*Vanellus vanellus*) angenommen werden (REIDEL 1993), stellen die Birken-Vorwälder einen Lebensraum für Mäusebussard (*Buteo buteo*), Habicht (*Accipiter gentilis*) und Kuckuck (*Cuculus canorus*) dar. In älteren Vorwaldstadien, welche durch bestandsweisen Zusammenbruch gekennzeichnet sind und in denen Totholz vorkommt, ist der Große Buntspecht (*Dendrocopos major*) nicht selten anzutreffen. Auf die große avifaunistische Bedeutung von Industriebrachen im Gelsenkirchener Stadtgebiet wies bereits HAMANN (1988) hin.

9.5 Vergleich naturnaher und urban-industrieller Vorwälder

Industriewälder lassen sich durch einige wesentliche Parameter von siedlungsfernen Vorwald-Beständen unterscheiden. Zum einen weisen sie eine Verschiebung des Sippenspektrums in Richtung nitrophytischer Sippen auf, zum anderen ist in Industriewäldern der Anteil an nicht-einheimischen Sippen, vor allem Gehölzsippen, prozentual am Gesamtsippenspektrum höher als in siedlungsfernen Vorwäldern (vgl. Kap. 8.6.1). Beide Phänomene lassen sich durch den Siedlungseinfluss, der in den Industriewäldern wirksam wird, erklären. Die geographische Lage der Industriewälder im Ballungsraum Ruhrgebiet hat entscheidenden Einfluss auf die Ökologie und die floristische Ausstattung der Industriewälder.

Um einen Vergleich bezüglich des Stickstoffreichtums der naturnahen, siedlungsfernen Vorwälder und der urban-industriellen Vorwäldern vorzunehmen, wurden Vegetations-aufnahmen von Vorwald-Beständen des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* aus dem siedlungsfernen Naturraum des Sauerlandes hinsichtlich des Auftretens nitrophiler Sippen ausgewertet und mit dem floristischen Inventar der urban-industriellen Vorwälder verglichen (s. Tab. 22.). Das Aufnahmematerial aus dem Sauerland stammt von KÜHN (1998), wobei die von KÜHN untersuchten Bestände überwiegend auf oberdevonischen, z. T. kalk-haltigen Ton- und Mergelschiefern des Süderberglandes stockten. Der pH-Wert der von KÜHN (1998) untersuchten Standorte lag im sauren bis schwach sauren Bereich zwischen 4 und 5-6. Nitrophyten nehmen mit 32 % am Gesamtarteninventar in den spontanen Industrie-wäldern knapp ein Drittel aller nachgewiesenen Höheren Pflanzen ein. Jedoch kommen auch in den siedlungsfernen Vorwäldern Nitrophyten vor, jedoch liegt ihr Anteil mit 21 % am Gesamtarteninventar deutlich niedriger. Auch die Anteile an nichteinheimischen Sippen und adventiver Gehölzsippen der siedlungsfernen und urban-industriellen Vorwälder wurden mit-einander verglichen (s. Tab. 22).

FRAHM (1998) verweist auf eine atmosphärische Stickstoffemission in der Nähe industrieller Zentren von 100 kg N/ha/Jahr, was konkret bedeutet, dass in urban-industriellen Ökosystemen über die Luft mehr Stickstoff eingetragen wird, als zu Beginn der 1930er Jahre in der Land-wirtschaft an Stickstoff auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht wurde. Der Stickstoff wird dabei vornehmlich in Form von Stickoxiden (NO_x) eingetragen, welcher durch die Verbrennung organischer Stoffe entsteht und in Kombination mit Regenwasser zu für die Pflanzen verwertbarem HNO_x bzw. HNO_3 gelöst wird (FRAHM 1998). Dadurch treten in Vorwäldern auf industriell geprägten Standorten im urbanen Raum im Vergleich zu Vor-

wäldern auf naturnahen Standorten außerhalb von Städten Nitrophyten häufiger auf (s. Tab. 22). Der hohe Anteil an Nitrophyten kann als Zeiger für den höheren Störungsgrad der durch ihre Lage im Ballungsraum gekennzeichneten Industriewälder im Vergleich zu Vorwäldern auf naturnahen, außerstädtischen Standorten angesehen werden, da sie den gestörten Nährstoffhaushalt, hervorgerufen durch anthropogen verursachte Stickstoffdepositionen (NO_x, NO_3^-), widerspiegeln. Es existiert also ein urban-ländlicher Gradient bezüglich der Emissionsbelastungen von Wäldern in Ballungsräumen und den Wäldern siedlungsferner Standorte. Auch WITTIG (1991b) stellte die höhere Belastung der Wälder in Ballungsräumen durch NO_x im Vergleich zum Umland heraus, die sich unter anderem in einer Veränderung der Waldstruktur in Form einer Zunahme des Nitrophyten *Sambucus nigra* in der Strauchschicht urbaner Buchenwälder äußerte. In den spontan aufgewachsenen Industriewäldern treten durch die Luftstickstoffdeposition nitrophytische Sippen der *Galio-Urticetea* wie *Urtica dioica* var. *dioica*, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum* u. a. häufiger und frequenter auf als in Vorwäldern auf naturnahen Standorten außerhalb des urbanen Raumes, was den Stickstoffreichtum und den damit verbundenen gestörten Nährstoffhaushalt der Industriewälder anzeigt. Auch das häufigste Moos in den untersuchten spontanen Industriewäldern, *Brachythecium rutabulum* (vgl. Anhang II), welches in den Vegetationsaufnahmen mit hohen Deckungsgraden auftrat (vgl. Anhang IX u. X) wird von FRAHM (1998) als nitrophil eingestuft.

In Teilen stimmt das floristische Inventar der spontanen Industriewälder mit dem von Vorwäldern auf naturnahen Standorten überein. So sind zum Beispiel *Sorbus aucuparia* und *Populus tremula* als charakteristische Arten des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* auch ein wichtiger Bestandteil in Gehölzsukzessionsstadien, welche durch sekundäre Sukzession nach Windwurf oder altersbedingtem Zusammenbruch hervorgehen. *Sorbus aucuparia* ist vom Wuchspotential in der Lage, Rohbodenstandorte und felsige Standorte wie Blockschutthalden zu besiedeln, stellt also als Pionierbaumart nur geringe Ansprüche an die edaphischen Verhältnisse. Dieser Umstand verbunden mit der Tatsache, dass *Sorbus aucuparia* durch ihre häufige Kultivierung als Straßen- und Parkbaum ein großes Diasporenpotential im Ruhrgebiet besitzt, erklärt die Häufigkeit der Art auch in den Industriewäldern (vgl. Anhang II). Ein weiterer wichtiger floristischer Bestandteil der Industriewälder des Ruhrgebietes sind verschiedene *Rubus*-Sippen, von denen *Rubus elegantispinosus* und *R. armeniacus* zu den häufigsten und am meisten Bestands bildenden Arten zählen (vgl. Anhang II u. III). *Rubus*-Sippen kommen auch in siedlungsfernen Vorwäldern reichlich vor und sind typisch für ältere Stadien der Gehölzsukzession in Richtung Wald (WILMANNS 1998).

Tab. 22: Unterschiede und Gemeinsamkeiten kennzeichnender ökologischer, floristischer und physiognomischer Merkmale urban-industrieller und siedlungsferner Vorwälder

	Spontaner urban-industrieller Vorwald	**Siedlungsferner Vorwald auf natürlichen bis naturnahen Standorten**
Grad der anthropogenen Störung des Standortes	hoch	niedrig bis nicht vorhanden
Phytodiversität[1] (Höhere u. Niedere Pflanzen; absolute durchschnittliche Sippenzahl pro Vegetationsaufnahme)	31,58	27,57
Durchschnittliche absolute Gehölzensippenanzahl pro Vegetationsaufnahme[1]	18,85	10,43
Prozentualer Anteil von Adventivpflanzen am Gesamtsippeninventar[1]	43,02 %	0 %
Prozentualer Anteil von adventiven Gehölzen am Gesamt-sippeninventar[1]	23,2 %	0 %
Prozentualer Anteil von Nitrophyten am Gesamt-sippeninventar[1] (N-Zahl 7-9 nach ELLENBERG & al. 1992)	32 %	21 %
Vorkommen von Anökophyten[1]	vorhanden	nicht vorhanden
Ausstattung mit Verbands- und Ordnungscharakterarten des *Sambuco racemosae-Salicion capreae* und der *Sambucetalia racemosae*[1]	niedrig	hoch
Vorkommen von Waldarten der *Querco-Fagetea*[1]	vorhanden	vorhanden
Vorkommen von *Rubus*-Sippen (oftmals mit hoher Artmächtigkeit)	frequent	frequent

[1] = Vergleichsdaten aus nordrhein-westfälischen, siedlungsfernen Vorwald-Beständen nach KÜHN (1998)

Im Vergleich zu naturnahen Vorwald-Gesellschaften vom Typ des *Salicetum capreae* oder der *Betula pendula*-Gesellschaft auf naturnahen Standorten, wie sie beispielsweise auf Windwurfflächen aus Beständen der *Querco-Fagetea* hervorgehen, sind die auf Industriebrachflächen im Ballungsraum Ruhrgebiet anzutreffenden Industriewald-Bestände durch einen sehr hohen Anteil an gebietsfremden adventiven Gehölzsippen gekennzeichnet (s. Tab. 22). Auf die Ursachen für dieses Phänomen wurde bereits in Kap. 6.6 intensiv eingegangen.

Im Gegensatz zu siedlungsfernen Vorwäldern treten in Industriewäldern Charakterarten der Ordnung *Sambucetalia racemosae* und des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* wie *Sambucus racemosa*, *Rubus idaeus* und *R. rudis* nur sehr selten auf. Es liegt also eine Verarmung an syntaxonomisch relevanten Arten vor. Das Auftreten von Anökophyten, die in ihrer Verbreitung auf die Kultur- und Industrielandschaft beschränkt sind (vgl. Kap. 5.3), ist jedoch ausschließlich ein Phänomen der Industriewälder.

Da sich die Industriewälder hinsichtlich vieler Aspekte von naturnahen, siedlungsfernen Vorwäldern unterscheiden, sind sie demnach neue, industriell geprägte Vegetationstypen, die charakterisiert sind durch eine eigenständige floristische Zusammensetzung aus überwiegend euryöken Arten sowie einem stark anthropogen beeinflussten, gestörten Nährstoffhaushalt.

9.6 Ökosystemare Bedeutung der Industriewälder im Ruhrgebiet

Industriewälder sind neben naturnahen Wäldern und Resten der bäuerlichen Kulturlandschaft ein wichtiger ökologischer Bestandteil im Emscher Landschaftspark. Sie nehmen daher im Ruhrgebiet eine Vielzahl wichtiger ökologischer Funktionen ein (vgl. Kap. 3). Wald, ganz gleich ob Altwald oder Pionierwald, ist im Ballungsraum ein effektiver Puffer gegenüber Emissionen aus dem Straßenverkehr und kann durch die Filterwirkung der Assimilationsorgane der Bäume z. B. das in Form von Feinstäuben in die Atmosphäre ausgestoßene Schadelement Blei unschädlich machen (KELLER 1972). Industriewälder stellen wertvolle CO_2-Senken innerhalb städtischer Ökosysteme dar und können sich positiv auf die CO_2-Bilanz einer Großstadt auswirken, was neben ökologischen Gesichtspunkten auch ökonomische Aspekte aufwirft. MCHALE & al. (2007) stellen explizit die ökonomische Bedeutung von Stadtbäumen im Rahmen des Emissionshandels heraus. Industriewälder im Ballungsraum haben wie alle Gehölzbestände in der Stadt das Potential, große Mengen an CO_2 für mehrere Jahrzehnte zu binden und könnten dadurch attraktiv für die Ruhrgebietskommunen werden, da sie auch ohne Holzgewinnung Gewinn abwerfen könnten. Dies sollte zukünftig bei der landschaftsbezogenen Planung und Bewertung von Brachflächen mit berücksichtigt werden, speziell vor dem Hintergrund des Konzeptes der CO_2-neutralen Stadt.

WEISS (2007) stellt heraus, dass wilde Industrienatur, d. h. eine von menschlichen Eingriffen unbeeinflusste Vegetationsentwicklung auf Brachflächen, die industriell geprägten Standortbedingungen widerspiegelt. Auch NEEF (1968) versteht die Vegetation als Ausdruck der

standörtlichen Situation. Bezogen auf die Vegetation der Industriewälder des Ruhrgebietes, die sich in erster Linie aus verschiedenen Pionierbaumarten mit meist geringen Standortsansprüchen auszeichnen, bedeutet dies, dass selbst mehr als vier bis fünf Jahrzehnte nach Beendigung der industriellen Aktivitäten der Industriebrachflächen der anthropogene Einfluss, der auf die Standorte wirkt, nach wie vor als hoch eingestuft werden muss. NEEF (1968) stellt explizit die hohe Beeinflussbarkeit der Vegetation durch den wirtschaftenden und siedelnden Menschen heraus. Dies bedeutet, dass die Industriewälder typisch sind für eine spezielle wirtschaftliche Aktivität des Menschen, nämlich die montanindustrielle und transporttechnische Tätigkeit. Sie sind also das Spiegelbild der durch diese Aktivitäten stark gestörten Standortbedingungen der Industrie- und Bahnbrachflächen. Es muss aber berücksichtigt werden, dass die Industriewälder gleichzeitig das Produkt der Selbstregulation urban-industrieller Ökosysteme darstellen, welche sich wieder dynamisch einem naturnäheren Zustand angleichen, z. B. in Form von Waldentwicklungs- und Bodenbildungsprozessen.

Industriewälder als charakteristische Vegetation sind also neben der Pedosphäre Teilsystem der Restitution von Industriebrachflächen, d. h. nach den durch die anderthalb Jahrhunderte langen industriellen Tätigkeiten und den permanenten Störungen sind urban-industrielle Ökosysteme durchaus in der Lage, sich wieder einem natürlicheren Zustand anzunähern. Über die günstige Verbesserung der ökologischen Standortsverhältnisse durch Pionierbaumarten in Vorwald-Beständen berichtet ausführlich LEDER (2005). Vorwald wirkt auf vernässenden Böden, wie sie auch vor allem auf Industriebrachen des Steinkohlenbergbaus mit stark verdichteten Substraten verbreitet sind, als Wasserpumpe drainierend, da insbesondere *Betula pendula* durch hohe Transpirationsraten große Mengen an Wasser verdunsten kann. Durch Laubfall, speziell von *Salix caprea*, kann die Bodenqualität der Standorte verbessert werden, des Weiteren können durch Pionierbäume kurzfristig Nährstoffe mobilisiert werden (*Sorbus aucuparia* als "Basenpumpe", vgl. LEDER 2005). Ein Vorwald erzeugt ein günstiges Bestandsklima und kann daher die extremen Klimaverhältnisse einer Freifläche abmindern (LEDER 2005), was auch aus anthropozentrischer Sicht in den überhitzten Städten von Bedeutung ist. Durch die Beschattung der Bodenvegetation wird der Konkurrenzdruck in der Krautschicht verringert. Die krautige Vegetation und die Gehölzvegetation auf Industriebrachflächen sind zwar nicht in der Lage, die oftmals vorhandenen Altlasten und Bodenkontaminationen auf den Restflächen unschädlich zu machen, insbesondere jedoch die Vorwaldvegetation kann durch die hohen Transpirationsraten der Bäume die vertikale Tiefenversickerung des Niederschlagswassers quantitativ reduzieren, so dass langfristig weniger Schadstoffe in den Grundwasser-

körper gelangen. Dadurch ergibt sich eine zeitliche Verzögerung der Schadstoffeinträge in das Grundwasser, so dass Industriewald auch der Prävention der toxischen Verunreinigung und Belastung des Bodenwassers dienen kann.

Alle Pflanzengemeinschaften der Industriebrachflächen sind in hohem Maße von den vorherrschenden Standortbedingungen sowie dem Angebot an Diasporen aus der Nachbarschaft der Industriebrachen im Siedlungsraum abhängig. Die Industriewälder besiedeln dabei Standorte, welche durch unterschiedlichste Ausgangssubstrate und deren sehr heterogenen physikalisch-chemischen Eigenschaften bei der Pedogenese gekennzeichnet sind. Die auf den Industriebrachflächen auftretenden, vor allem kleinräumig verbreiteten heterogenen Standortbedingungen führen dementsprechend zu sehr unterschiedlichen Pflanzenbeständen, auch innerhalb ein und derselben Brachfläche, so dass sich Kombinationen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Pflanzensippen mit unterschiedlichen ökologischen Standortsansprüchen ergeben. Ruderale Gehölzvegetation kann durchaus auch eine Funktion als Bioindikator haben. KUNICK (1987) betont, dass den verwildernden Gehölzsippen bei stadtfloristischen und stadtökologischen Untersuchungen stets besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte, da ihre Verbreitung – mehr noch als die der krautigen Wildpflanzen – Rückschlüsse auf die Standortsbeschaffenheiten und deren anthropogene Beeinflussung erlauben.

Vor diesem Hintergrund wurde bezüglich der Standortsansprüche der ruderalen Gehölzsippen auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet ein Ökogramm angefertigt, welches das ökologische Verhalten der Gehölzsippen widerspiegelt (s. Abb.51). Dargestellt sind die jeweiligen Potenzbereiche, in denen die jeweiligen Gehölzsippen in der Lage sind zu wachsen. Lediglich für den stark sauren und sehr trockenen Standortsbereich wurde mit Vorbehalt *Pinus sylvestris* eingetragen. Die Wald-Kiefer ist zwar in der Lage, derartige Standorte zu besiedeln, jedoch besitzt sie im Ruhrgebiet kein Samenpotential, da sie nur selten als Park- oder Straßenbaum gepflanzt wird, sondern eher in der Forstwirtschaft Verwendung findet. Sie wurde zwar in den spontanen Industriewäldern nachgewiesen, war insgesamt aber ausgesprochen selten (vgl. Tab. 18).

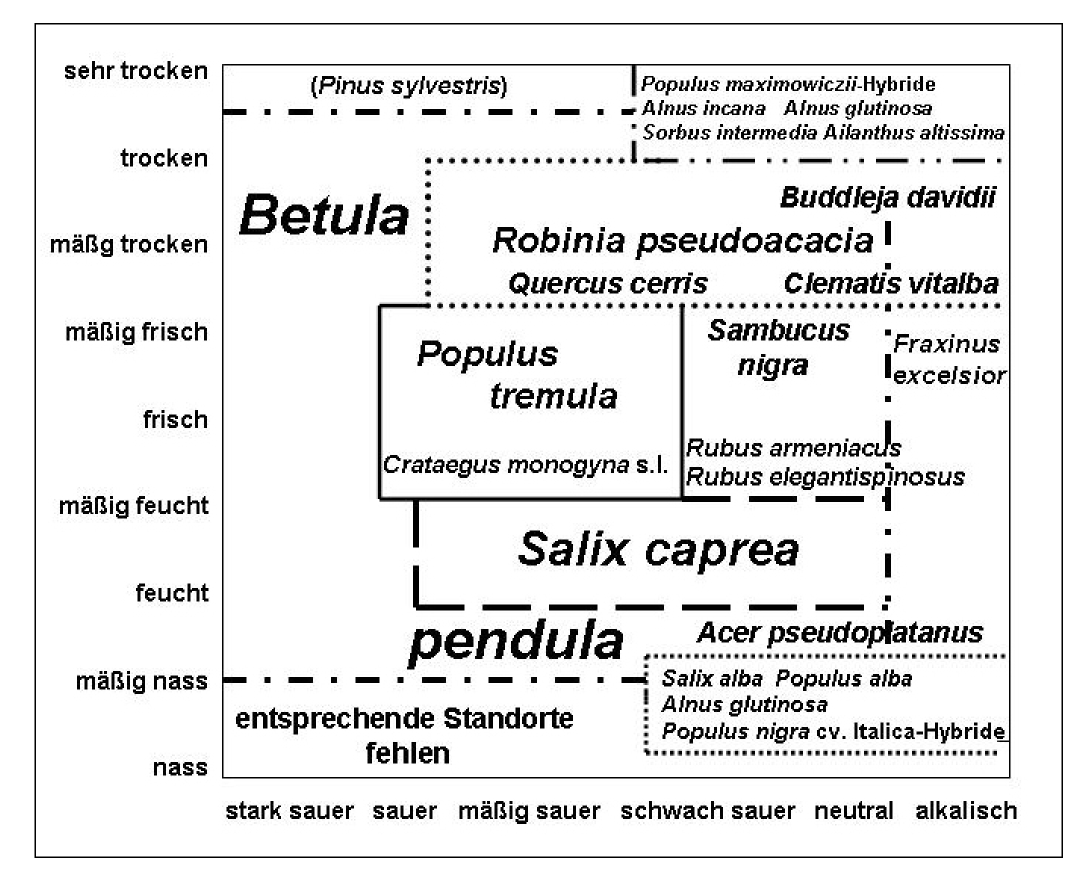


Abb. 51: Präferenz der spontan auftretenden ruderalen Gehölzsippen auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet bezüglich Feuchtigkeit und Bodenazidität (nach SUKOPP & KUNICK 1974; BLUME & al. 1978 sowie SUKOPP 1990; stark verändert)

Bemerkenswerterweise spielen in den Gehölzsukzessionsstadien auf Industriebrachflächen auf trockenen, wasserdurchlässigen Substraten auch Gehölzsippen eine Rolle, welche in natürlichen und naturnahen Vegetationstypen eher den feuchten bis nassen Standortsbereich einnehmen. Dazu zählen unter anderem *Alnus glutinosa* und *Alnus incana* (s. Abb. 51 u. Vegetationstab. 17). Vermutlich sind die Konkurrenzverhältnisse unter den Gehölzen durch den verminderten Konkurrenzdruck herabgesetzt, so dass die Gehölzsippen auf den Industriebrachen ein anderes ökologischen Verhalten zeigen, als es in der Naturlandschaft der Fall ist. Die Vegetation hat sich in der Naturlandschaft infolge eines historischen Ausleseprozesses unter zahlreichen Wettbewerbern gebildet, was letztendlich zu stabilisierten Pflanzengesellschaften geführt hat. Die Pflanzenbestände auf Industriebrachflächen sind dagegen häufig durch einen instabilen Charakter gekennzeichnet, es kommt durch eine künstlich geschaffene, konkurrenzfreie Situation zur Neubildung von Phytozönosen, an deren Ausbildung sich zahlreiche Wettbewerber beteiligen.

Die feuchten bis nassen Standortsbereiche auf basen- und kalkreichem Ausgangssubstrat wie Bauschuttmaterial, aus dem sich ein lehmiges, wasserzügiges Verwitterungsprodukt bildet, werden von *Salix alba*, *Populus alba* und *Populus nigra* cv. Italica-Hybriden eingenommen. *Salix alba* besiedelt als Pioniergehölz auch in siedlungsfernen Auenbereichen von Natur aus Rohböden unterschiedlichen Reifegrades und bildet dort Weichholzauen-Bestände.

9.7 Waldentwicklung und Vegetationsdynamik

PREISING & al. (2003) stellen heraus, das an siedlungsfernen Standorten innerhalb einer Sukzessionsreihe die krautigen Schlagfluren der *Epilobietea angustifolii* von Lichtungsgebüschen der *Sambucetalia racemosae* abgebaut werden, wobei diese wiederum von nachwachsendem Hochwald abgebaut werden, sofern es sich nicht um Grenzstandorte des Waldes handelt. Auf Industriebrachen im urbanen Raum dagegen nehmen die ausdauernden, ruderalen Hochstaudengesellschaften der *Artemisietea* das Sukzessionsglied der Schlagfluren (*Epilobietea angustifolii*) auf siedlungsfernen Standorten ein (s. Abb. 52 bis 55).

Untersuchungen von JOCHIMSEN (1991a u. 1995) führten zu der Schlussfolgerung, dass unter den atlantisch geprägten Klimaverhältnissen im Ruhrgebiet auf Industriebrachen und Bergehalden die Entwicklung zu einem Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) und sogar einem Buchen-Eichenwald (*Fago-Quercetum* bzw. *Periclymeno-Fagetum*) möglich erscheint. Allerdings gibt JOCHIMSEN dafür Zeiträume zwischen 40-60 Jahren an, was durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zur Waldentwicklung auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet nicht bestätigt werden konnte. Zwar waren auf den überwiegend 40-90 Jahre alten untersuchten Brachflächen, die mit spontanen Vorwäldern bestanden waren, sowohl *Quercus robur* als auch Edellaubgehölze wie *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior* und *Prunus avium* frequent und mit hoher Stetigkeit in den Beständen vorhanden. Allerdings konzentriert sich ihr Vorkommen noch auf die Kraut- und Strauchschicht, nur in wenigen Beständen sind sie schon bis in die erste oder zweite Baumschicht vorgedrungen, so dass die spontanen Industriewälder zum jetzigen Zeitpunkt noch von Pionierbaumarten dominiert werden. Vielmehr sind selbst 90 Jahre nach dem Brachfallen solcher industriell geprägten Standorte anspruchsvolle Waldbaumarten wie *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica* noch selten und gerade erst im Begriff, in die hauptsächlich von *Betula pendula* dominierten Wälder einzudringen. Die Stiel-Eiche besiedelt auch in der Naturlandschaft nährstoffarme, trockene Standorte auf Grenzertragsböden wie Rankern, so z. B. im

südlichen Ruhrgebiet auf den Ruhrtalsteilhängen (UEBING 2004). *Quercus robur* verfügt also über das ökologische Potential zur Besiedlung extremer Standorte. Auch in primären Gehölzsukzessionsstadien des ostdeutschen Braunkohletagebaus konnte in den Beständen eine Einwanderung von *Quercus robur* beobachtet werden (TISCHEW 1996; KLEINKNECHT 2002). Eine Weiterentwicklung der spontanen Industriewälder, in denen *Quercus robur* in größerer Anzahl auftritt, in Richtung eines *Betulo-Quercetum* ist also durchaus wahrscheinlich (s. Abb.52 bis 55).

Die unter Gesichtspunkten der Walddynamik jungen, heute meist nur 40-50 Jahre und höchstens 90 Jahre alten spontanen Industriewälder des Ruhrgebietes stellen lediglich eine Momentaufnahme innerhalb der Vegetationsentwicklung auf industriellen Brachflächen dar, sind also nur ein Glied innerhalb einer sich verändernden, dynamischen Sukzessionsreihe. Nach mehreren Jahrzehnten dringen Edellaubgehölze aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften wie *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. platanoides*, *Prunus avium* und *Fraxinus excelsior* in die Industriewälder ein und bauen diese ab. Das Eindringen von *Fagus sylvatica* in die noch jungen Industriewälder steht noch am Anfang einer womöglich noch Jahrhunderte langen Vegetationsentwicklung. Selbst nach 40-50 Jahren ungestörter Sukzession auf den Brachflächen tritt *Fagus sylvatica* noch sehr spärlich und mit wenigen Individuen in den Industriewäldern auf. Dies liegt mit Sicherheit auch an den edaphischen Vorraussetzungen, welche die Brachflächen momentan bereitstellen. Mit zunehmendem Reifegrad der Böden und einer fortschreitenden Pedogenese hin zu tiefgründigeren Böden werden die Bodenverhältnisse für *Fagus sylvatica* als anspruchsvolles Gehölz potentiell verbessert. WEBER (1999) stellt heraus, das sich auf waldfernen Standorten Gehölze der Potentiellen Natürlichen Vegetation (*Quercus*, *Fagus*) nur zögernd ansiedeln, zumal deren Diasporenzufuhr auf Grund der Entfernung zu geeigneten Diasporenquellen gering ist. Auch KOWARIK (2008) betont die starke Isolation der innerstädtischen Brachflächen zu Diasporenquellen aus der naturnahen, siedlungsfernen Vegetation, erwähnt aber auch, dass im Gegensatz zu diesem Sachverhalt die Diasporenzufuhr von gebietsfremden Arten in der Stadt gleichzeitig erhöht ist. WEBER (1999) vermutet, dass die Waldentwicklung zu eher natürlichen Wäldern mit der entsprechenden Krautvegetation auf waldfernen Rohböden nur sehr langfristig erfolgt und wohl Jahrhunderte in Anspruch nehmen dürfte. Industriewälder in Form von spontan entstandenen Birken- und Salweiden-Vorwäldern oder anthropogen begründeten Robinienforsten stellen in der Vegetationsentwicklung also nur ein – wenn auch längerfristiges – Zwischenstadium dar, an deren Ende möglicherweise verschiedene *Querco-Fagetea*-

Gesellschaften stehen werden, vorausgesetzt, das ein Diasporeneintrag anspruchsvoller Laubgehölze in ausreichender Menge erfolgt und der Baumjungwuchs auch das adulte Stadium erreicht.

Der Baumartenwechsel und die Dominanzverschiebung in den wenige Jahrzehnte alten Industriewäldern von Pioniergehölzen zu bestandsbildenden Baumarten der naturraumtypischen Waldgesellschaften ist demnach ein langfristiger Prozess, welcher eher mit Jahrhunderten als mit Jahrzehnten veranschlagt werden muss. So ergaben in diesem Kontext Untersuchungen aus Großbritannien, dass in gestörten Waldbeständen die vollständige Wiederherstellung von "old woodland" (gemeint ist hier Altwald) mindestens 800 Jahre erfordert (PETERKEN 1974). Obwohl die meisten Industriewälder mittlerweile ein Alter von bis zu 90 Jahren aufweisen, bleiben zum jetzigen Zeitpunkt Aussagen zur potentiellen Klimax auf den Industriebrachen des Ruhrgebietes noch allenfalls spekulativ, obwohl die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit die Entwicklung in Richtung eines Birken-Eichenwaldes (*Betulo-Quercetum*) und *Fagetalia*-Gesellschaften durchaus als begründet erscheinen lassen. Im Bezug zur Mosaik-Zyklus-Hypothese, wonach die Entwicklung eines mitteleuropäischen Waldes von der Pionier- bis zur Zerfallsphase bis zu 800 Jahre dauern kann (SCHERZINGER 1996), steht die Sukzessionsforschung auf Industriebrachen noch am Anfang der Entwicklung. Da der Zeitpunkt des Brachfallens der ehemals industriell genutzten Flächen im Ruhrgebiet in den meisten Fällen deutlich weniger als 100 Jahre zurückliegt, ist eine Beantwortung der Frage, welche Waldgesellschaft sich als Klimax auf diesen Flächen einstellen wird, zur gegenwärtigen Zeit allenfalls nur vage möglich. Hier können nur auf lange Zeiträume angesetzte Dauerquadratbeobachtungen wichtige Hinweise liefern, wie sie im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" durchgeführt werden. Zur Veranschaulichung des Verlaufes der primären Gehölzsukzession auf Brachflächen im Ruhrgebiet wurden für die unterschiedlichen Substrattypen differenzierte Schemata der Sukzession dargestellt, wenn auch in etwas vereinfachter Form (s. Abb. 52 bis 55). Nicht berücksichtigt wurde hierbei, dass es bereits im Pionierstadium zur Ausbildung von *Betula pendula*-Beständen kommen kann, in der Sukzession also krautige Zwischenstadien übersprungen werden und es direkt zur Ausbildung von Gehölzbeständen kommt (vgl. FELDMANN 1987, HURTIENNE 1990 sowie Kap. 8.6.3). Wie in den Abbildungen 52 bis 55 ersichtlich wird, unterscheiden sich die auf verschiedenen Ausgangssubstraten ablaufenden Sukzessionsreihen hauptsächlich in ihren Pionierstadien, die von typischen Pionierarten gebildet werden (vgl. Kap. 7.3).

Bezüglich der Frage nach den potentiellen Klimaxgesellschaften auf den Industriebrachen des Ruhrgebietes gilt es auch zu diskutieren, inwiefern diese Schlussgesellschaften den ehemaligen, natürlichen bis naturnahen Waldgesellschaften nahestehen, die bis zur anthropogenen Veränderung der Vegetationsdecke das Landschaftsbild des Ruhrgebietes beherrschten. Konkret bedeutet dies, inwieweit die Endstadien der Sukzession auf den Industriebrachflächen der Potentiellen Natürlichen Vegetation des Ruhrgebietes entsprechen. Geht man davon aus, dass sich ein Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) aus den spontanen Industriewäldern mit reichlich Eichen-Verjüngung entwickelt (s. Abb. 52 bis 55), so muss bilanziert werden, dass diese Waldgesellschaft nur im nordwestlichen Teil des Ruhrgebietes auf den Podsol-Böden der Mittleren Niederrheinebene und im Emscherland auf Pseudogley-Böden zur Potentiellen Natürlichen Vegetation gehört (vgl. Kap. 6.5), jedoch nicht im Bereich des Westenhellweges mit seinen Lößdecken, der natürlicherweise von einem Flattergras-Buchenwald (*Milio-Fagetum*) bedeckt sein würde. Dass sich die auf Gley-Böden vorherrschende Waldgesellschaft des Traubenkirschen-Erlen-Eschenwaldes (*Pruno-Fraxinetum*) wieder auf den Industriebrachstandorten einstellt, erscheint als sehr unwahrscheinlich, da die durch mehrere Meter mächtige Aufschüttungen gekennzeichneten Brachenstandorte weit außerhalb des Grundwassereinflusses liegen und nicht über den für die Ausbildung dieses Waldtyps notwendige Wasserversorgung verfügen.

Des Weiteren muss in diesem Zusammenhang auch diskutiert werden, wie naturnah die sich auf den Industriebrachstandorten einstellenden Waldtypen sind, die von *Acer pseudoplatanus* (Berg-Ahorn) dominiert werden. *Acer pseudoplatanus* gehört zum mitteleuropäischen Florenelement und ist in Nordrhein-Westfalen heimisch, im Ruhrgebiet jedoch nur im zum Süderbergland gehörigen Teil indigen. Im mittleren Ruhrgebiet ist *Acer pseudoplatanus* ein eingebürgerter Neophyt (vgl. Anhang II). Solche *Acer pseudoplatanus*-Gesellschaften sind zwar dadurch, dass der Berg-Ahorn aus der mitteleuropäischen Florenregion stammt, als naturnäher einzustufen als die spontan aufgewachsenen oder künstlich begründeten Robinien-Wälder, gehören allerdings keineswegs zur Potentiellen Natürlichen Vegetation des Ruhrgebietes (vgl. Kap. 6.5).

In Berlin führt die Sukzession auf Bauschutt mit hohem Ziegel- und Mörtelanteil nach SUKOPP (2008) zu einem Robinienwald vom Typ des *Chelidonio-Robinietum* (Schöllkraut-Robinienwald), im Ruhrgebiet aber meist zu von *Salix alba* oder *Salix caprea* dominierten Gebüschen und Vorwäldern, die sich zum *Salicetum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-

Gebüsch) weiterentwickeln, da die Robinie im subatlantisch beeinflussten Klima des Ruhrgebietes nicht das hohe Diasporenpotential wie im subkontinental geprägten Berliner Raum besitzt. Die Ergebnisse der untersuchten Robinienforste decken sich weitgehend mit den Ergebnissen anderer Arbeiten aus dem Ruhrgebiet (z. B. REIDL 1989) sowie aus dem Berliner Raum (z. B. KOWARIK 1995a). Allmählich wandern Arten der *Querco-Fagetea* in die Industriewald-Bestände ein, wobei *Acer pseudoplatanus* eine Sonderstellung einnimmt. Der Berg-Ahorn kommt in den Aufnahmen des *Salicetum capreae* und der *Betula pendula*-Gesellschaft frequent in der Strauchschicht und auch bereits in der zweiten Baumschicht vor (vgl. Anhang VII u. IX), so dass die Weiterentwicklung zu einem Ahorn-Wald als wahrscheinlich erscheint. *Acer pseudoplatanus* kann sich als Halbschattholzart anscheinend am besten unter dem Kronenschluss der Robinien entwickeln, womöglich profitiert die Sippe auch von der guten Stickstoffversorgung der Standorte, da der Berg-Ahorn als nitrophil eingestuft wird (vgl. ELLENBERG & al. 1992). Auch WEISS & al. (2005) stellen die große Bedeutung von *Acer pseudoplatanus* in etwa 40 Jahre alten Industriewald-Beständen auf dem ehemaligen Zechengelände Rheinelbe in Gelsenkirchen heraus. Zur syndynamischen Entwicklung des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* lässt sich durch die hohe Stetigkeit von *Quercus robur* in Kraut- und Strauchschicht (Stetigkeitsklasse III und V; vgl. Anhang VIII) der Bestände vermuten, dass sich die Gesellschaft höchstwahrscheinlich in Richtung eines *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwald) weiterentwickeln wird (s. Abb. 52 bis 55).

Auch folgendes Szenario soll an dieser Stelle diskutiert werden: 70-90 Jahre alte Industriewald-Bestände sind durch ihr Alter häufig durch einen bestandsweisen Zusammenbruch gekennzeichnet, wobei die Bäume ein Alter erreicht haben, in dem sie sich vermehrt in der Abgangsphase befinden. Die isolierte Lage im Ballungsraum führt dazu, dass in einem Teil der Industriewälder der Eintrag der Diasporen von *Quercus robur* und *Fagus sylvatica*, welche die weitere Waldentwicklung einleiten könnten, ausbleibt. Hinzu kommt, dass durch die extremen Standortsbedingungen auf Industriebrachflächen das Aufkommen der Jungpflanzen von *Quercus robur* und *Fagus sylvatica* erschwert ist. Konkret bedeutet dies für die Waldentwicklung, das im Gegensatz zu Vorwäldern, die auf Lichtungen unter dem Schirm eines Buchenwaldes entstehen, keine Entwicklung in Richtung Klimax erfolgt, sondern eher das Gegenteil der Fall sein kann: die Bestände von *Betula pendula* und *Salix caprea* brechen zusammen, eine Verjüngung durch andere Baumarten bleibt aus, so dass es zu einer regressiven Sukzession kommt, d. h. einer Entwicklung in entgegengesetzter Richtung zur potentiellen Klimaxgesellschaft.

Berge / Kokereischlamm (Bodenentwicklung Richtung Lockersyrosem u. Regoltih/Regosol)

Stadium	Alter	Standorteigenschaften		Typische Bestände und Gesellschaften
Rohbodenstadium	1-2 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Ceratodon purpureus*-Bestände
		verdichtetes Material	u.a.	*Nostoc commune*-Bestände
Pionierstadium	2-3 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Vulpia myuros*-Gesellschaft
				Dittrichia graveolens-Gesellschaft
		verdichtetes Material	u.a.	*Spergularia rubra*-Gesellschaft
				Illecebrum verticillatum-Gesellschaft
Junges Hochstaudenstadium (niederwüchsig)	3-5 Jahre		u.a.	*Hypericum perforatum*-Bestände
				Senecio inaequidens-Gesellschaft
Altes Hochstaudenstadium (hochwüchsig)	5-6 Jahre	frische Berge (basenreich)	u.a.	*Echio-Melilotetum*, *Dauco-Picridetum*
		verwittertes Material (sauer)	u.a.	*Reseda luteola*-Gesellschaft
				Solidago gigantea/canadensis-Gesellschaft
				Calamagrostis epigejos-Bestände
Verbuschungsstadium	10-15 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betula pendula*-Bestände, *Populus tremula*-Bestände
				Buddleja davidii-Betula pendula-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Rubus elegantispinosus*- und *R. armeniacus*-Gesellschaft, *Salix caprea*-Bestände
Junges Vorwaldstadium	15-40 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft (auf Rohböden magere Ausprägung möglich), *Populus tremula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae*
Altes Vorwaldstadium	40-100 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte(nährstoffreich)	u.a.	*Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae* (teilw. im Zusammenbruch)
Szenario (hypothetisch)	100-??? Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betulo-Quercetum*
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft
				Fagetalia-Gesellschaften (*Periclymeno-Fagetum* ???)

Abb. 52: Sukzessionsschema auf Bergematerial (vereinfachte Darstellung)

Eisenhüttenschlacke / Eisenhüttenbims (Bodenentwicklung Richtung Lockersyrosem, Carbonatosol u. Pararendzina)

Stadium	**Alter**	**Standorteigenschaften**		**Typische Bestände und Gesellschaften**
Rohbodenstadium	1-2 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Ceratodon purpureus*-Bestände
				Tortula muralis-Bestände
Pionierstadium	2-3 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Saxifraga tridactylites*-Gesellschaft
				Poa compressa-Gesellschaft
				Arenaria serpyllifolia-Apera interrupta-Gesellschaft
				Herniarietum glabrae
Junges Hochstaudenstadium (niederwüchsig)	3-5 Jahre		u.a.	*Hypericum perforatum*-Bestände
				Senecio inaequidens-Gesellschaft
Altes Hochstaudenstadium (hochwüchsig)	5-6 Jahre	basenreiches Material	u.a.	*Echio-Melilotetum*
				Artemisio-Tanacetetum
		versauertes Material		*Solidago gigantea/canadensis*-Gesellschaft
				Calamagrostis epigejos-Bestände
Verbuschungsstadium	10-15 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betula pendula*-Bestände, *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
				Populus maximowiczii-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salix caprea*-Bestände
Junges Vorwaldstadium	15-40 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
				Populus maximowiczii-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae*
Altes Vorwaldstadium	40-100 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae* (teilweise im Zusammenbruch)
Szenario (hypothetisch)	100-??? Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betulo-Quercetum*
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft
				Fagetalia-Gesellschaften (*Periclymeno-Fagetum* ???)

Abb. 53: Sukzessionsschema auf Schlackenmaterial (vereinfachte Darstellung)

Bahnschotter (Basalt, Schlacken, Kalk) (Bodenentwicklung Richtung Lockersyrosem, Kalkregosol, Regosol, Partikel-Intrusol)

Stadium	Alter	Standorteigenschaften		Typische Bestände und Gesellschaften
Rohbodenstadium	1-2 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Cladonia*-Bestände *Grimmia pulvinata*-, *Tortula muralis*-, *Brachythecium albicans*-Bestände
Pionierstadium	2-3 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Vulpia myuros*-, *Bromus tectorum*-, *Plantago indica*-, *Galeopsis angustifolia*-, *Eragrostis minor*-Gesellschaft, *Herniarietum glabrae*, *Geranium purpureum*-, *Tragopogon dubius*-, *Senecio viscosus/vernalis*-Bestände
		verdichtetes Material	u.a.	*Illecebrum verticillatum*-Gesellschaft
Junges Hochstaudenstadium (niederwüchsig)	3-5 Jahre		u.a.	*Hypericum perforatum*-, *Poa compressa*-Bestände
Altes Hochstaudenstadium (hochwüchsig)	5-6 Jahre	basenreiches Material	u.a.	*Echio-Melilotetum*, *Echio-Verbascetum*
		versauertes Material	u.a.	*Reseda luteola*-Gesellschaft *Solidago gigantea/canadensis*-Gesellschaft, *Calamagrostis epigejos*-Bestände
Verbuschungsstadium	10-15 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betula pendula*-Bestände, *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Rubus elegantispinosus*- und *R. armeniacus*-Gesellschaft, *Salix caprea*-Bestände
Junges Vorwaldstadium	15-40 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)		*Robinia pseudoacacia*-(Misch-)Bestände *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae*
Altes Vorwaldstadium	40-100 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch-)Bestände, *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae* (teilweise im Zusammenbruch)
Szenario (hypothetisch)	100-??? Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betulo-Quercetum*
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft *Fagetalia*-Gesellschaften (*Periclymeno-Fagetum* ???)

Abb. 54: Sukzessionsschema auf Bahnschottermaterial (vereinfachte Darstellung)

Kalkmörtelreiches Bauschuttmaterial (Bodenentwicklung Richtung Lockersyrosem, Carbonatosol u. Pararendzina)

Stadium	Alter	Standorteigenschaften		Typische Bestände und Gesellschaften
Rohbodenstadium	1-2 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Ceratodon purpureus*-Bestände
				Tortula muralis-Bestände
Pionierstadium	2-3 Jahre	durchlässiges Material	u.a.	*Saxifraga tridactylites*-Gesellschaft
				Poa compressa-Gesellschaft
				Chenopodium botrys-Bestände (*Chaenorrhino-Chenopodietum botrys*)
Junges Hochstaudenstadium (niederwüchsig)	3-5 Jahre		u.a.	*Hypericum perforatum*-Bestände
				Senecio inaequidens-Gesellschaft
Altes Hochstaudenstadium (hochwüchsig)	5-6 Jahre		u.a.	*Echio-Melilotetum*
				Artemisio-Tanacetetum
				Solidago gigantea/canadensis-Gesellschaft
				Calamagrostis epigejos-Bestände
Verbuschungsstadium	10-15 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
		frische Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Rubus elegantispinosus*-Gesellschaft, *Rubus armeniacus*-Gesellschaft
				Salix alba-Gesellschaft
Junges Vorwaldstadium	15-40 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae*, *Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
Altes Vorwaldstadium	40-100 Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Hieracio-Betuletum*, *Betula pendula*-Gesellschaft
		trockene Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Robinia pseudoacacia*-(Misch)-Bestände
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Salicetum capreae* (teilweise im Zusammenbruch)
Szenario (hypothetisch)	100-??? Jahre	trockene Standorte (nährstoffarm)	u.a.	*Betulo-Quercetum*
		frische Standorte (nährstoffreich)	u.a.	*Acer pseudoplatanus*-Gesellschaft
				Fagetalia-Gesellschaften (*Periclymeno-Fagetum* ???)

Abb. 55: Sukzessionsschema auf kalkmörtelreichem Bauschuttmaterial (vereinfachte Darstellung)

In diesem Kapitel soll kurz auf die funktionalen Zusammenhänge zwischen den am Aufbau von Waldökosystemen beteiligten Organismen und deren Interaktionen eingegangen werden, weil sie für die Besiedlung von extremen Standorten mit anspruchsvollen Laubgehölzen wie *Quercus robur*, *Carpinus betulus* und vor allen Dingen *Fagus sylvatica* von Bedeutung sind. Da die Industriebrachenstandorte vor allem in der Bodenentwicklung noch hauptsächlich durch Rohböden gekennzeichnet sind, und die Bodenbildung selbst nach mehreren Jahrzehnten noch weitestgehend initial ist, fehlen die für die Ansiedlung von anspruchsvollen Laubgehölzen notwendigen symbiontischen Pilzpartner der Mykorrhiza-Symbiose. Vor allem jene Pilzpartner von *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica* fehlen auf den industriell geprägten Standorten noch weitestgehend. Mykorrhiza-Pilzpartner können die ökologischen Wuchsbedingungen für die entsprechenden Baumarten erheblich verbessern. Sie machen unter anderem Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff sowie Spurenelemente wie Zink für die Bäume verfügbar. Des Weiteren ist erwiesen, dass *Fagus sylvatica* durch die Mykorrhiza-Symbiose in der Lage ist, Trockenstress – der durch das Wasser durchlässige Substrat und die flachgründigen Böden auf den Industriebrachstandorten gegeben ist – besser zu bewältigen (LANBO & al. 2002). Symbiontische Mykorrhiza-Partner von *Fagus sylvatica* sind unter anderem *Byssocorticium atrovirens* (Grünschwarzer Filzrindenpilz), *Lactarius subdulcis* (Süßlicher Milchling) und *Gyroporus castaneus* (Hasenröhrling). Letzter geht auch mit *Quercus robur* häufig eine Mykorrhiza-Verbindung ein.

Landschaftsentwicklung

Seit Einfluss des neolithischen Menschen auf die Landschaft, die er zugunsten seiner Bedürfnisse wie Ackerbau und Holzgewinnung von einer Naturlandschaft zusehends in Richtung einer funktional umgestalteten Kulturlandschaft entwickelte, hat sich das Landschaftsbild in Mitteleuropa gravierend verändert. Vor der in der Mitte des 19. Jh. einsetzenden Industrialisierung war das Ruhrgebiet eine durch Landwirtschaft geprägte, in Teilen extensiv genutzte vorindustrielle Kulturlandschaft, die sich aus Ackerbürgerstädten mit umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen zusammensetzte (BÜSCHER & al. 1997). Erst mit der Etablierung der Schwerindustrie, welche mit einem starken Bevölkerungsanstieg und einem rasanten Flächenverbrauch einherging, entstand eine intensiv genutzte Industrielandschaft. Diese war mit zahlreichen ökologischen Problematiken wie Luft- und Wasserverschmutzung, Bodenkontamination verbunden. Nach dem Niedergang der Schwerindustrie sank der Nutzungsdruck auf den ehemals industriell genutzten Flächen hin bis zum vollständigen brach fallen, so dass durch wirtschaftliche Veränderungen eine Flächengröße von heute ca. 10 000 ha

Industriebrachflächen im Ruhrgebiet anfiel (WEISS 2003b). Dies bedeutete die Freisetzung von Freiräumen, die es für die Raumplanung im Ruhrgebiet zu gestalten galt bzw. gilt. Werden solche Flächen nicht wieder in Wert gesetzt und bleiben ungestört, entwickeln sich auf ihnen geschlossene Waldbestände, welche die industrielle, historische Flächennutzung kaum noch erkennen lassen. Durch Sukzession in Richtung verschiedener Waldgesellschaften bzw. Waldtypen verändert sich auch langfristig das Landschaftsbild urban-industrieller Brachflächen. Im Zusammenhang hiermit steht der von DIERSCHKE (2003, S. 84 f.) eingeführte Begriff der "Landschaftsukzession". Dieser Prozess läuft im Ruhrgebiet derzeit großflächig auf einer Vielzahl ungenutzter Brachflächen ab und ist daher flächenhaft bedeutsam für die Landschaftsentwicklung dieses Ballungsraumes, welche sich somit wieder einem naturnäheren Landschaftsbild annähert.

9.8 Ökologisches Potential der natürlichen Sukzession auf Bergehalden unter besonderer Berücksichtigung landschaftsplanerischer Aspekte

Bergbaufolgelandschaften stellen bezüglich ihrer Rekultivierung und ökologischen Restauration eine immense Herausforderung sowohl in landschaftsökologischer als auch landschaftspflegerischer Sicht dar (TISCHEW & KIRMER 2007). Bei der landschaftsplanerischen Gestaltung von Bergehalden des Steinkohlenbergbaus und Flächen des Braunkohlentagebaus war eines der wichtigsten Argumente gegen eine spontane natürliche Sukzession, dass diese zu langsam ablaufe und deshalb eine kulturtechnische Begrünung erfolgen müsse (REBELE 2008). Auch die geringe Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber unbegrünten Bergehalden in ihrem Wohnumfeld beschleunigte und verstärkte die Bemühungen, die entstandenen Bergehalden rasch zu begrünen, meistens durch gezielte Aufforstungen mit Gehölzen unterschiedlichster Herkunft (SCHWIEDEROWSKI 1994). Mittlerweile hat sich jedoch gezeigt, dass die Ausfälle unter den kultivierten, meist nichteinheimischen Gehölzen jedoch hoch sind, da sie nicht an die extremen Bedingungen des Standortes Bergehalde angepasst sind, so dass aus finanziellen Aspekten und unter ökologischen Gesichtspunkten der spontanen Waldentwicklung eine höhere Priorität bei der landschaftsplanerischen Haldengestaltung eingeräumt werden sollte.

KUNICK & SUKOPP (1975) verweisen auf die erforderlichen Nachpflanzungen auf durch anthropogene Aufschüttungen geprägten Standorten, wenn die eigene Naturverjüngung der kultivierten Gehölze ausbleibt, wie dies auf den für den pflanzlichen Bewuchs durch extreme

und oft lebensfeindliche Standortbedingungen charakterisierten Bergehalden der Fall ist. Dies hat zur Folge, dass sich die Problematik der Bepflanzung von Halden spätestens nach dem Abgang der ersten Baumgeneration von neuem ergibt. Aus diesem Grunde ist die spontane Gehölzflora und die daraus aufgebaute Vegetation bei der Begrünung von Halden aus ökologischer Erfahrung und finanziellen Aspekten den Anpflanzungen aus meist nicht standortsgerechten Gehölzen vorzuziehen, da sie im Gegensatz zu den nicht standortsgerechten Aufforstungen in perfektem Einklang mit den abiotischen Standortfaktoren steht.

Auf ein interessantes pflanzenphysiologisches Phänomen bei der Aufforstung von Bergehalden mit der Hänge-Birke (*Betula pendula*) weist SCHWIEDEROWSKI (1994) hin. So wurden auf Versuchsfeldern der Halde Hoppenbruch zu Testzwecken in den ersten Jahren der Haldenbegrünung Exemplare von *Betula pendula* in unbehandeltes, reines Bergematerial gepflanzt. Fast alle der eingebrachten Individuen starben nach und nach auf Grund der extremen Standortbedingungen ab (vgl. Kap. 6.3), wogegen die durch Samenanflug aufgekommenen Birken die Versuchsflächen eroberten, zu Jungpflanzen aufwuchsen und gegenüber den gepflanzten Individuen äußerst vital waren (SCHWIEDEROWSKI 1994). Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Tatsache, dass die aus Baumschulzüchtung stammenden Birken zuvor in qualitativ besserem Bodenmaterial, als es das Bergematerial darstellt, aufwuchsen und sich aus diesem Grunde nicht so rasch an den Standortswechsel und die Umstellung an die extremeren Bedingungen wie Trockenheit, Nährstoffarmut und erhöhten Wärmehaushalt anpassen können.

Auch wenn die Bevölkerung die unbepflanzten, "nackten" Bergehalden ablehnt, sollte aus ökologischen und unter ökonomischen Gesichtspunkten die natürliche Sukzession auf Bergehalden gefördert und gegenüber künstlichen Anpflanzungen aus nichteinheimischen und nicht standortsgerechten Gehölzen bevorzugt werden, auch unter dem Gesichtspunkt, eine dadurch verursachte Florenverfälschung durch die Kultivierung mit nicht autochthonem Pflanzmaterial zu unterbinden. Hier kann nur die Förderung von Toleranz und Akzeptanz der Bevölkerung für natürliche Prozesse, wie es die Sukzession darstellt, einen Fortschritt bringen.

Die "Wunden", welche Bergbau und Schwerindustrie im Ruhrgebiet in die Landschaft geschlagen haben, sind heute zumindest auf den älteren Industriebrachflächen (erste Hälfte des 20 Jh. stillgelegt) nach 70-80 Jahren ungestörter Sukzessionsentwicklung kaum noch

sichtbar, so dass der Prozess der Sukzession durchaus als erfolgreiches Mittel der Integration der Industriebrachflächen in die Naturlandschaft angesehen werden kann. Durch Sukzession "heilen" bzw. schließen sich allmählich die Wunden, welche vor allem Bergbau und Stahlindustrie in der Landschaft hinterlassen haben, es kommt also durchaus zum "Land recovering". Gleichgültig, ob es sich nun um von *Betula pendula* oder von anderen Pioniergehölzen aufgebaute spontane Industriewälder handelt, kann bilanziert werden, dass es sich dabei um eine mit den abiotischen Standortbedingungen im Einklang stehende Vegetation handelt, d. h. um die Vegetation, welche am besten an die oftmals extremen Standortsverhältnisse auf industriellen Brachflächen angepasst ist. Sukzession stellt somit einen effektiven Transformationsprozess von vegetationsfreien Brachflächen hin zu Waldbeständen, die naturnäher sind als die künstlich begründeten Aufforstungen, und die für die Naherholung oder andere Funktionen in industriell geprägten Stadtlandschaften geeignet sind.

TISCHEW & KIRMER (2007) stellen heraus, dass die herkömmlichen Rekultivierungsmethoden in Form von künstlichen Begrünungs- und Anpflanzungsmaßnahmen in Bergbaufolgelandschaften oftmals das wertvolle ökologische Potential dieser Flächen zerstören, vor allem hinsichtlich nährstoffarmer Standorte, welche aus naturschutzfachlicher Sicht für die Besiedlung von magerkeitsliebenden, gefährdeten Pflanzenarten von Bedeutung sind, vorausgesetzt, dass ein entsprechendes Samenpotential der Arten in der Umgebung der Restflächen vorhanden ist (vgl. Kap. 9.4). Hauptziele des Naturschutzes in Bergbaufolgelandschaften sollten nach TISCHEW & KIRMER (2007) eine Orientierung an naturnahen Landschaftsbereichen sowie die Wiederherstellung und Entwicklung einer hohen Biodiversität sein. Die Vorteile der Haldenbegrünung mit durch Spontansukzession entstandenen Vorwäldern gegenüber Aufforstungen mit nicht standortsgerechten Gehölzen lassen sich demnach wie folgt zusammenfassen:

1. Eine sich durch Spontansukzession eingestellte Vegetation ist besser an die Extrembedingungen auf Bergehalden und Industriebrachflächen angepasst als künstlich begründete Bestände aus gebietsfremden Gehölzarten

2. Der finanzielle Aufwand ist bei der Begrünung durch Spontansukzession so gut wie nicht gegeben, da kein Pflanzmaterial für Initialpflanzungen bereitgestellt werden muss und die Standorte nicht mit einem Auftragsboden ("Mutterboden") aufwändig verbessert werden müssen

3. Die durch Spontansukzession entstandene Vegetation ist unter Aspekten des Natürlichkeitsgrades naturnäher als eine aus standortsfremden Gehölzen bestehende Aufforstung, da es sich bei den Gehölzen zum überwiegend größten Teil um einheimische (= indigene, bodenständige) Gehölzsippen handelt

4. Eine Florenverfälschung durch die häufige Verwendung von nicht indigenem Pflanzmaterial bei künstlichen Begrünungsmaßnahmen wird bei der Spontansukzession weitgehend ausgeschlossen und damit das genetische Potential der einheimischen Flora geschützt

5. Eine durch Spontansukzession entstandene Vegetation weist eine unter Gesichtspunkten der Phytodiversität höhere Artenvielfalt auf als eine durch Aufforstungen hervorgegangene, oftmals monostrukturierte Vegetation

6. Durch Zulassen der Spontansukzession wird der natürliche Prozess der Wiederbesiedlung ehemals unbewachsener Flächen und die Entstehung von Pionierlebensgemeinschaften gefördert

7. Aus Sicht des Naturschutzes wertvolle Flächen bleiben erhalten und stehen für die Besiedlung sowie als Standorte gefährdeter Pflanzenarten bereit

10 Ausblick

Die Sukzession führt im Ruhrgebiet nach Flächenaufgabe von Industrieflächen nach mehreren Jahrzehnten über krautige Stadien und Gebüschen hin zu Vorwaldbeständen, welche meist von *Betula pendula* und *Salix caprea*, selten auch von anderen Pioniergehölzen wie *Populus tremula* oder Hybridkomplexen von *Populus maximowzcii* aufgebaut werden. Rezent ist die Sukzession auf den industriellen Restflächen im Ruhrgebiet ein Transformationsprozess von ehemals vegetationsfreien Flächen hin zu mosaikartigen Vegetationskomplexen aus Rohbodenstadien, Pionierstadien, Hochstaudenfluren, Gebüschen und Vorwäldern. Der größte Teil der Industriebrachflächen im Ruhrgebiet stellt potentiell waldfähige Standorte dar, sofern es sich nicht um zu stark kontaminierte Altlastenflächen oder durch Salzbelastung gekennzeichnete Flächen handelt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich selbst durch extreme Standortbedingungen oder durch Schadstoffbelastungen gekennzeichnete Industriebrachflächen im Ruhrgebiet spontan wieder bewalden, wobei anspruchslose Pioniergehölze wie *Betula pendula*, *Salix caprea*, anökophytische *Populus*-Sippen und weitere Pioniergehölze die Waldentwicklung einleiten. Nach und nach siedeln sich jedoch auch anspruchsvolle Gehölze wie *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* und auch *Fagus sylvatica* an. Vorraussetzung hierfür ist eine qualitative edaphische Verbesserung der Standorte, die sich im Alterungsprozess von Industriebrachflächen durch eine Verwitterung des Ausgangssubstrates und einer Humusbildung durch die vorhandene Vegetation äußert. Bodenbildende Prozesse sind demnach eine wichtige Vorraussetzung für die weitere dynamische Waldentwicklung auf ehemaligen Industriestandorten. Steile Hanglagen der Halden können zwar ebenfalls von Bäumen besiedelt werden, sind jedoch größtenteils im Ruhrgebiet durch Initialpflanzungen und Aufforstungen gekennzeichnet.

Die spontanen Industriewälder zeichnen sich neben der Dominanz von Pioniergehölzen durch eine hohe Diversität und das Auftreten weiterer Gehölze aus, die meist aus Verwilderungen hervorgehen und entweder über Diasporenniederschlag oder durch Vogelverbreitung die Industriebrachflächen erreichen. Die Industriewälder des Ruhrgebietes unterliegen momentan einem Ausleseprozess in der Flora, der zu Rumpfgesellschaften führt, d. h. Gesellschaften, die rezent in einem Bildungsprozess begriffen sind und deren weitere Entwicklungen noch nicht abgeschlossen sind. Jedoch nicht nur die Phytozönosen, sondern auch die Flora der spontanen Industriewälder ist dynamischen Entwicklungen unterworfen. Industriewälder besitzen durch ihre standörtliche Vielfalt ein hohes evolutionäres Potential, das durch die Neuentstehung von Sippen durch Hybridisierung und Introgressionen sowie durch Einnischungsprozesse

gekennzeichnet ist. KEIL & LOOS (2005a) verweisen darauf, dass durch das Zusammenspiel zwischen künstlichem Standort und natürlicher Entwicklung sich neue ökologische Nischen auf Industriebrachflächen ergeben, die insbesondere von einer Vielzahl gebietsfremder Holzgewächssippen besetzt werden, allerdings auch von indigenen Sippen wie Apophyten und Anökophyten. Daraus resultiert, dass Industriebrachen Standorte sind, auf denen rezent in der Flora evolutionäre Prozesse wie Adaptionen und Entstehung neogener Sippen stattfinden.

Die mit 375 Gefäßpflanzensippen nachgewiesene hohe Phytodiversität der spontanen Industriewälder des Ruhrgebietes resultiert aus dem Umstand, dass es sich bei diesen Pionierwäldern um nichtgesättigte Pflanzengesellschaften handelt und die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Sippen herabgesetzt sind, so dass das Eindringen von Wettbewerben, insbesondere durch Adventivpflanzen, leicht möglich ist. Einnischungs- und Einbürgerungsprozesse der adventiven Sippen, vor allem der Gehölze, werden dadurch ebenso begünstigt. Am Aufbau ruderaler Gebüsch- und Vorwaldbestände auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet ist eine Vielzahl an Gehölzsippen beteiligt. Das Sippenspektrum rekrutiert sich dabei zu einem Großteil aus ergasiophygophytischen Gehölzen. Daher ist die Zusammensetzung der Gehölze älterer Sukzessionsstadien in starkem Maße davon abhängig, welche Sippen in unmittelbarer Umgebung der Brachflächen kultiviert sind. Lediglich anemochore Sippen mit sehr kleinen, leichten und flugfähigen Diasporen wie *Betula pendula*, *Salix caprea* und diverse *Populus*-Sippen sind in der Lage, so gut wie jede potentiell besiedelbare Brachfläche im Ruhrgebiet zu erreichen und erfolgreich zu besiedeln.

Da auf urban-industriellen Brachflächen die Sukzession vom "Nullpunkt" beginnt, sind junge Brachflächen konkurrenzarme Standorte, auf denen im Verlauf der Sukzession in Richtung Verbuschungs- und Vorwaldstadien eine Vielzahl an Gehölzsippen beteiligt sind. Auffällig war im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen, dass einige im Ruhrgebiet sonst weit verbreitete ruderale adventive Gehölzsippen in den spontanen Industriewäldern auffallend selten sind oder gar völlig fehlen. Dazu zählen beispielsweise *Ailanthus altissima* (Götterbaum) oder *Acer negundo* (Eschenblättriger Ahorn), welche im Ruhrgebiet ebenfalls überwiegend sehr stark gestörte Standorte (Kellerlichtschächte, Fahrbahnmittelstreifen) besiedeln und vermutlich auf ein größeres Maß an anthropogener Störung angewiesen sind als dies in den auf den Brachflächen etablierten Vorwäldern der Fall ist. Die Ruderalflora ist durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet, daher sind kurzfristige Veränderungen im Artengefüge ruderal geprägter Pflanzenbestände nicht ungewöhnlich. Möglicherweise sind

diese beiden im Ruhrgebiet rezent in Ausbreitung befindlichen Sippen jedoch noch nicht vollständig eingenischt und dringen zukünftig noch in die Industriewälder ein.

Nach und nach dringen trotz der räumlichen Isolation im meist innerstädtischen Bereich im weiteren fortgeschrittenen Sukzessionsverlauf auch großwüchsige Laubbäume aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften wie *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*, *Prunus avium*, *Carpinus betulus* und – wenn auch zeitlich verzögert – *Fagus sylvatica* in die Industriewälder ein und bauen diese ab. Im weiteren Verlauf der Waldentwicklung der noch von Pioniergehölzen dominierten Industriewälder wird sich bei zunehmender Dominanz der nachfolgenden Edellaubgehölze auch das Landschaftsbild der heute noch klar wahrnehmbaren und ohne Zweifel optisch eindeutig als Industriebrachen zu identifizierenden Flächen verändern. In den nachfolgenden Jahrzehnten bis Jahrhunderten werden die ehemaligen Brachflächen, sofern die Gehölzbestände nicht gerodet werden oder die Brachflächen wieder in Wert gesetzt werden, kaum noch als ehemalige Industriestandorte auszumachen sein und werden damit besser in das Landschaftsbild der jeweiligen Naturräume des Ruhrgebietes integriert sein. Die Frage, welche Waldgesellschaften sich letztendlich als Klimax auf den Industriebrachen im Ruhrgebiet einstellen und durch welche Artenkombinationen sich diese Wälder auszeichnen werden, kann auch zum jetzigen Zeitpunkt nur spekulativ beantwortet werden. Eine wichtige Rolle werden in den Folgestadien der Pionierwälder Laubgehölze aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften einnehmen. Möglicherweise kommt es auch zur Bildung von Waldtypen, die kein Äquivalent in der Naturlandschaft besitzen und floristisch von natürlichen bzw. naturnahen Waldgesellschaften abweichen.

BRANDES (2007) betont die starke Abhängigkeit der Ruderalvegetation von historischen Faktoren, d. h. die Ruderalvegetation spiegelt in besonderer Weise die Kulturgeschichte des Menschen wider. Von diesem Standpunkt aus betrachtet sind demnach die Industriewälder des Ruhrgebietes das Produkt der ehemaligen industriellen Nutzung dieser durch die Schwerindustrie geprägten Region, anhand derer man die vormalige Nutzung der Landschaft sozusagen ablesen kann. Obwohl es umstritten ist, ob man diese spontanen und künstlich begründeten Vorwälder zur Ruderalvegetation zugehörig betrachten kann oder nicht, ist es unstrittig, dass sie zur industrietypischen Vegetation gehören, da sie industriell geprägte Standorte besiedeln und den auf diesen Standorten als hoch einzustufenden Störungsgrad auch in ihrer Physiognomie und im Artengefüge widerspiegeln.

Auch WEISS & SCHÜTZ (1997) stellen die Bedeutung des Erhaltes junger Industriebrachen nicht nur für den Arten- und Biotopschutz heraus, sondern auch die Wichtigkeit der Erhaltung des noch deutlich erkennbaren Industrieflächencharakters in Kombination mit Industriebauten und Industrieanlagen, deren Reste wichtige Erinnerungspunkte für die schwerindustrielle Vergangenheit des Ruhrgebietes darstellen. Dadurch sind industrielle Brachflächen unverzichtbare Zeugnisse der Regionalgeschichte und wichtige Identifikationsorte der Ruhrgebietsbevölkerung (WEISS & SCHÜTZ 1997). Industriewälder sind ebenso wie viele anthropogen entstandene Pflanzenformationen der vorindustriellen Kulturlandschaft (Heiden, Magerrasen) das Produkt der Wirtschaftsweise des Menschen, und zwar in diesem speziellen Fall das Produkt eines historischen Wirtschaftszweiges, der Montanindustrie, wobei allerdings auch brach gefallene Bahnverkehrsflächen Standortbedingungen und ökologische Faktoren aufweisen, die zur Entstehung von Industriewäldern führen. Diese Wälder stellen sich auf industriell geprägten Standorten ein, wenn die Wirtschaftsaktivität des Menschen aufhört, die nachhaltige Veränderung der Standorte aber noch wirksam ist.

Unter naturschutzfachlichen Aspekten sind die Industriewälder – mit Ausnahme der mageren Ausprägungen – weniger als Lebensraum für gefährdete Arten als vielmehr durch ihre ökologischen Funktionen im Ballungsraum von Bedeutung. Zudem können sie durch den hohen Flächenanteil, den sie einnehmen, den Verlust der in der Naturlandschaft durch die Forstwirtschaft verloren gegangenen Waldsukzessionsflächen kompensieren. Auch wenn es sich bei den Industriewäldern im Ruhrgebiet keineswegs um seltene oder gefährdete Pflanzengesellschaft handelt, werden jedoch durch den Strukturwandel bedingt verschiedene Gefährdungsursachen wirksam, welche ihre Verbreitung im Ruhrgebiet in der Zukunft möglicherweise wieder abnehmen lassen. So werden aus stadtökologischer Perspektive diese jungen Industriewälder bedauerlicherweise in jüngster Zeit immer häufiger forstlich genutzt und dienen als Holzlieferanten für Biomassen-Heizwerke. So wurde z. B. ein größerer Bestand an Industriewald auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Robert-Müser in Bochum-Werne gerodet, um mit dem so gewonnenen Holz Gewinn zu erwirtschaften (JAGEL & GAUSMANN 2010). Hier sollte man abwägen, ob nicht die Sozialfunktionen des Waldes für die Menschen im Ruhrgebiet prioritär behandelt werden sollten.

11 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Verlauf der spontanen Gehölzsukzession auf Industriebrachflächen der Montanindustrie und des Güterverkehrs im Ruhrgebiet hin zu vorläufigen Dauerstadien der Vegetationsentwicklung in Form von Birken-, Sal-Weiden- und Pappel-dominierten Vorwäldern. Um den zeitlichen Verlauf der Sukzession auf Industriebrachen genauer zu dokumentieren, wurden 19 Vegetationsaufnahmen von spontan entstandenen Verbuschungsstadien auf acht Brachflächen im Ruhrgebiet durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Untersuchung erstreckte sich entlang eines 80 km langen Transektes vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) bis in das östliche Ruhrgebiet (Unna/Bönen). Daher werden die jeweiligen Naturräume des Untersuchungsgebietes samt ihrer abiotischen und biotischen Ausstattung eingehend erläutert, damit die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit in einem ganzheitlichen ökologischen Kontext verständlich sind. In einem eigenen Kapitel werden die die speziellen abiotischen Bedingungen erörtert, denen Flora und Vegetation auf Industriebrachen im Ruhrgebiet ausgesetzt sind. Dieses Kapitel schildert zusätzlich wichtige Ergebnisse der vielen bereits durchgeführten Studien zum Thema Sukzession, Flora und Vegetation auf Industriebrachen.

Auf 48 Brachflächen der Montan- und Schwerindustrie sowie der Bahninfrastruktur im Ruhrgebiet wurden die spontan entstandenen Industriewälder anhand von 316 Vegetationsaufnahmen pflanzensoziologisch typisiert. Dabei konnten zehn Vorwald-Vegetationstypen in Form von zwei Assoziationen, sechs ranglosen Gesellschaften und zwei nicht klassifizierbaren Mischbeständen von *Robinia pseudoacacia* ausdifferenziert werden. Bezüglich der Sukzession stellen die von anökophytischen Pappeln aufgebauten Gebüsche und Vorwälder eine pflanzengeographische Besonderheit dar, da es sich bei den am Aufbau beteiligten Anökophyten um neogene, im Ruhrgebiet endemische Sippen handelt. Die von ihnen gebildeten Gebüsch- und Vorwaldstadien werden erstmalig vegetationskundlich beschrieben. Es wird ein neuer Vegetationstyp in Form der *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft von Industriebrachflächen im Ruhrgebiet ausdifferenziert, welcher insbesondere auf Kokerei-Brachflächen mit trockenen Standortsverhältnissen verbreitet ist. Diese Gesellschaft ist in hohem Maße das Produkt anthropogener Einflüsse, welche auf den Industriebrachen wirksam sind. Da sie die industriellen Nutzungen der Standorte widerspiegelt und für die Ruhrgebietsregion typisch ist, ist diese Gesellschaft als charakteristischer biotischer Bestandteil der Industrielandschaft zu verstehen. Das *Hieracio-Betuletum* KLEINKNECHT 2001 konnte ebenfalls erstmalig auf Industriebrachen des Ruhrgebietes nachgewiesen werden.

Des Weiteren wurden in die Untersuchungen aufgeforstete Robinien-Bestände auf Haldenstandorten mit einbezogen, da es sich bei ihnen ebenfalls nicht um die Klimax, sondern ein Sukzessionsstadium auf den entsprechenden Flächen handelt. Die aufgeforsteten *Robinia pseudoacacia*-Bestände auf sieben Berge- und Schlackenhalden wurden hinsichtlich ihrer syndynamischen Entwicklung sowie ihrer pflanzensoziologischen Stellung untersucht. Anhand von 20 pflanzensoziologischen Aufnahmen konnten diese von *Robinia pseudoacacia* aufgebauten Forste überwiegend einer *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft zugeordnet werden. Die Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass sich die Robinienforste sehr wahrscheinlich in Richtung einer *Fagetalia*-Gesellschaft mit hohem Anteil von *Acer pseudoplatanus* weiterentwickeln. Die Untersuchungen zur Altersstruktur lassen eine Sukzessionsentwicklung der (noch) von Birken, Weiden und Pappeln dominierten spontanen Industriewälder sowohl in Richtung eines *Betulo-Quercetum* als auch von Edellaubgehölzen aufgebauten *Fagetalia*-Gesellschaften als begründet erscheinen, was mit einem Verlust des industrietypischen Charakters der Vegetation und einer Annäherung zu naturnäheren Vegetationstypen verbunden ist. Jedoch selbst auf bereits 90 Jahre alten Brach-flächen, auf denen seitdem keine industriellen Tätigkeiten mehr stattfinden, ist der Grad der anthropogenen Störung auf den Brachflächen-Standorten immer noch als hoch einzustufen, was durch die Seltenheit sowie das zeitlich verzögerte Eindringen anspruchsvoller und störungssensibler Baumarten wie *Fagus sylvatica* in die Industriewälder deutlich wird. Hierbei spielt jedoch vermutlich auch die geographische Isolation der Industriebrachflächen eine Rolle, wodurch der Diasporeneintrag autochorer Baumarten auf die Flächen erschwert wird.

Als weiteres Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist die extrem hohe Gehölzdiversität in den untersuchten spontanen Industriewäldern von Bedeutung, welche sich in Form von 60 nachgewiesenen Bäumen und 92 weiteren Holzgewächsen äußert, darunter neben indigenen Sippen auch eine Vielzahl an gebietsfremden Sippen. Ein hoher Anteil dieser zumeist als Kulturflüchter auftretenden Gehölzsippen zeigt dabei Einbürgerungstendenzen. Das Sippenspektrum der spontanen Industriewälder setzt sich aus Sippen der verschiedensten pflanzensoziologischen Einheiten zusammen, weswegen man diese Vegetation als nicht gesättigte Pflanzengesellschaften charakterisieren kann, in denen es noch freie ökologische Nischen zu besetzen gilt. Diese Industriewälder werden bezüglich ihrer floristischen Ausstattung aus zahlreichen Wettbewerbern unterschiedlichster soziologischer Bindung aufgebaut, daher ist dieser Vegetationstyp als in hohem Maße instabil zu charakterisieren, was sich in der hohen Zahl von 375 nachgewiesenen Sippen der Gefäßpflanzen widerspiegelt.

Schlagwörter

Industriebrachen · Industriewald · Pionierwald · Vorwald · Walddynamik · Industrienatur · Vegetationsdynamik · Sukzessionsforschung · Syndynamik · Phytodiversität · Biodiversität · Evolution · Anökophyten · Stadtökologie · Adventivfloristik · Synanthrope Vegetation · Urbane Wälder · Urbane Forste · Ruderalflora · Ruhrgebiet · Bergbaufolgelandschaften · *Betula pendula* · *Salix caprea* · *Robinia pseudoacacia*

12 Summary

The Ruhr Basin (North Rhine-Westphalia, Germany) is the largest former urban-industrial area in Europe, but still one of the largest urban agglomerations, now containing many abandoned areas, most of them former industrial sites (steelworks, coal mining, heaps, industrial railway sites etc.). After 150 years of industrial activities in the Region, coal mining and steel production in the Ruhr Basin get more and more unimportant, amounts of old industrial derelict land is today without any economical use. But it is part of colonization of large numbers of vascular plant species and can sometimes inhabit a lot of endangered species. When time of colonization is long enough, we can find different type of forest on these sites. Nowadays in most fallow industrial areas primary forests are established, but it is still unknown which plant community is the natural vegetation on these highly anthropogenic influenced habitats. Basic characterizing woody species of these habitats are native species like birch (*Betula pendula*), goat willow (*Salix caprea*) and aspen (*Populus tremula*), but the forests also comprising many ergasiophygophytic tree and shrub species, escaped from different kinds of cultivation, especially from ornamental plantings in gardens, parks, cemeteries, public places etc.

On 48 former industrial sites in the Ruhr Basin the spontaneous woody shrub and forest vegetation developed from primary succession and dominated by birch, goat willow and different poplar species was investigated and documented by 332 relevés. Further, the examinations include 20 relevés in afforested black locust stands on seven different coal mining and steel work heaps, and 19 relevés in earlier succession states dominated by herbs and woody plant species.

The vascular plant diversity of the sites is high when the primary forests are of stadiums of primary wood succession. A typical shrub community of these stadiums, especially on

abandoned railway sites, is dominated by *Buddleja davidii* besides *Betula pendula* and *Salix caprea*. Another group of communities is characterized by anecophytic *Populus* hybrid taxa, which will be described for the first time as a typical plant community on brownfields in the Ruhr Basin. While many of the ergasiophygophytes are anemochorous and zoochorous, the first settlings in the forests originated from planted individuals in the surroundings. When succession proceeds, the number of ergasiophygophyte individual declines, but the number of taxa declines less rapidly. In the coppices of urban forests a lot of escaped taxa survive, some become naturalized and are now compartments of coppices and preforests.

Abiotic conditions are a key factor for the distribution of plant species on brownfield sites. The extremely high soil diversity on the sites leads to a high diversity of vascular plant species in the preforests on industrial derelict land in the Ruhr Basin. Evidence is provided on 375 vascular plant species in spontaneous preforests and 88 vascular plant species in afforested black locust stands. Ten separate types of plant communities could be described by investigations on both vegetation types. The vegetation science results of the industrial forest stands lead to six dominance communities (*Sambucus nigra*-*Robinia pseudoacacia*-community, *Robinia pseudoacacia*-community, *Betula pendula*-community, *Betula pendula*-*Salix caprea*-community, *Populus tremula*-community, *Populus maximowiczii*-hybrid-community), two associations (*Salicetum capreae*, *Hieracio-Betuletum*) and further two stands representing a mixed forest type of black locust (*Robinia pseudoacacia*), common birch (*Betula pendula*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and even norway maple (*Acer platanoides*).

The *Populus maximowiczii*-hybrid-community is dominated by different anecophytic taxa of poplars and is endemic to the Ruhr Basin. It is proof that the number of endangered vascular plant species is declining from early pioneer stadiums towards close forest stands on industrial abandoned land when the cover of the vegetation increase. However, evidence is provided on 19 North Rhine-Westphalian endangered vascular plants which inhabit spontaneous preforests in the Ruhr Basin. Most species of the industrial forests are common in the region, but rare species like scaly male fern (*Dryopteris borreri*) and hard shield fern (*Polystichum aculeatum*) are also compositions of the investigated preforests. In old preforest stands, taxa of *Querco-Fagetea*-communities like common oak (*Quercus robur*), ash (*Fraxinus excelsior*), hornbeam (*Carpinus betulus*), field maple (*Acer campestre*), norway maple (*Acer platanoides*), especially sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and even beech (*Fagus sylvatica*) invade the preforests and tree species composition will change in the next decades, maybe

centuries. Further, amounts of alien woody plant species invade these preforests and will maybe become naturalized in the future development of the urban-industrial woodland. If seedlings of both native and alien tree species will grow up, presumably they become a part of the climax vegetation on brownfield sites in the Ruhr Basin.

Keywords

Industrial derelict land · Brownfields · Urban wasteland · Succession · Preforest · Industrial forest · Vegetation dynamics · Biodiversity · Vascular plant diversity · Evolution · Anecophytes · Urban flora · Urban ecology · Urban forestry · Synanthropic Vegetation · Revegetation · Restauration ecology · Ecosystem regeneration · Ruhr Basin · *Betula pendula* · *Salix caprea* · *Robinia pseudoacacia*

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

ANTOCH, E. (1963): Über die Vegetation einer Zechenhalde. Natur u. Heimat **23**: 67–69.

ASMUS, U. (1980): Vegetationskundliches Gutachten über den Potsdamer- und Anhalter Güterbahnhof in Berlin. Im Auftrag des Senators für Bau- und Wohnungswesen, Berlin (West). Vervielf. Mskr. Erlangen, 145 S.

AUGART, P. (1992): Flora und Vegetation stillgelegter Bahnstrecken im südlichen Ruhrgebiet. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 105 S. (unveröff.)

AUGART, P. & VOGEL, A. (1992): Bundesbahnausbesserungswerk Witten. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24.-28.07.1992 in Bochum. Bochum, S. 47–58.

BARKMAN, J. J., DOING, H. & SEGAL, S. (1986): Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. 2. Aufl. Vegetatio **67**: 145–195.

BARTLING, H. & STRAUSS, H. (1987): Umweltrelevante und vegetationskundliche Überlegungen zu Bergehalden im Saarland. Natur u. Landschaft **62**(12): 512–516.

BECHER, R. & BRANDES, D. (1985): Vergleichende Untersuchungen an städtischen und stadtnahen Gehölzbeständen am Beispiel von Braunschweig. Braunschw. Naturkdl. Schr. **2**: 309–339.

BEINLICH, B. & KÖBLE, W. (2007): Das Westfälische Galmei-Veilchen (*Viola guestphalica*) – einzig bei Blankenrode. Beitr. Naturk. zw. Egge u. Weser (Borgentreich) **19**: 80–82.

BERGMEIER, E. (1991): Ein Vorschlag zur Verwendung neu abgegrenzter Statuskategorien bei floristischen Kartierungen. Flor. Rundbr. **25**(2): 126–137.

BERKE, W. (2010): Über alle Berge. Der definitive Haldenführer Ruhrgebiet. Essen, 159 S.

BLEEKER, W. (2005): Hybridisierung im Focus moderner Biodiversitätsforschung. PdN-BioS **4**/54: 18–21.

BLEEKER, W., SCHMITZ, U., RISTOW, M., MÜHLHAUSEN, A. & ELLING, B. (2006): How many neophytes hybridze with native plant species? Verh. Ges. Ökol. **36**: 325.

BLUME, H.-P. (1982): Böden des Verdichtungsraumes Berlin. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. **33**: 269–280.

BLUME, H.-P. & RUNGE, M. (1978): Genese und Ökologie innerstädtischer Böden aus Bauschutt. Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd. **141**: 727–740.

BLUME, H.-P., HORBERT, M., HORN, R. & SUKOPP, H. (1978): Zur Ökologie der Großstadt unter besonderer Berücksichtigung von Berlin (West). Schriftenr. Dtsch. Rates f. Landespfl. **30**: 658–677.

BLUME, H.-P., HORBERT, M., SUKOPP, H., HORN, R. & BORNKAMM, R. (1981): Großstadttypische Flächennutzungen und (besonders boden-) ökologische Wirkungen. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. **31**: 43–102.

BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN e. V. (Hrsg.) (2011): Jahrbuch des Bochumer Botanischen Vereins für das Jahr 2010 – Band **2**. Bochum, 278 S.

BÖCKER, R. (1978): Vegetations- und Grundwasserverhältnisse im Landschaftsschutzgebiet Tegeler Fliesstal (Berlin West). Verh. Bot. Ver. Berlin u. Brandenburg **114**: 164 S.

BÖCKER, R. (Hrsg.) (1998): Stadtökologische Raumeinheiten von Berlin (West). Ber. Inst. Landschafts- u. Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beih. **8**: 204 S.

BÖRTH, M. (2008): Biodiversität im Industriewald. – Vortrag im Rahmen der Tagung "Emscherkonferenz – zur Biodiversität eines besonderen Landschaftsparks." Duisburg, 27.05.2008

BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. Stuttgart, 404 S.

BONTE, L. (1930): Beiträge zur Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. 1913-1927. Verh. Naturhist. Vereins Preuss. Rheinl. **86**: 141–255.

BORCHARDT, W. & PACALAJ, C. (1994): Kalirückstandshalden im Südharzrevier. Untersuchung von Begrünungsverfahren. Natur u. Landschaft **69**: 543–546.

BORNKAMM, R. (1974): Die Unkrautvegetation im Bereich der Stadt Köln. **I**. Die Pflanzengesellschaften. Decheniana **126**(1): 267–306.

BRANDES, D. (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. Phytocoenologia **11**: 31–115.

BRANDES, D. (1988): Die Ruderalvegetation von Niedersachsen – ein Überblick. In: BRANDES, D. (Hrsg.): Ruderalvegetation – Kenntnisstand, Gefährdung und Erhaltungsmöglichkeiten. Bericht über das Kolloquium Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen für Ruderalvegetation, Norddeutsche Naturschutzakademie 20.-21.05.1987. Braunschweig, S. 7–28.

BRANDES, D. (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. Tuexenia **13**: 415–444.

BRANDES, D. (2003): Flora und Vegetation des Hauptbahnhofes Magdeburg. (http://www.ruderal-vegetation.de/epub/hbf_md.pdf) [15.11.2010]

BRANDES, D. (2007): Ruderalvegetation – Dynamik ohne Grenzen? Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **19**: 60–74.

BRANDES, D. & GRIESE, D. (1991): Siedlungs– und Ruderalvegetation von Niedersachsen. Eine kritische Übersicht. Braunschw. Geobot. Arbeiten **1**: 173 S.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien, New York, 865 S.

BÜSCHER, D. (1983): Die Verbreitung der in einem weiteren Raum um Dortmund beobachteten Gefäßpflanzen – Prodromus. Dortmund, 145 S. (unveröff. Manuskr.)

BÜSCHER, D. (1984a): Über das Vorkommen des Abstehenden Salzschwadens (*Puccinellia distans* (L.) PARL.) und der Mähnen-Gerste (*Hordeum jubatum* L.) im östlichen Ruhrgebiet. Dortmunder Beitr. Landeskde. **18**: 47–54.

BÜSCHER, D. (1984b): *Senecio inaequidens* DC. nun auch im Ruhrgebiet. Natur u. Heimat **44**: 33–34.

BÜSCHER, D. (2003): Vorwaldbildner auf Bergbau-, Industrie- und Bahnbrachen in Dortmund. – Kurzfassung eines auf dem 5. Braunschweiger Kolloquium "Phytodiversität von Städten" am 01.11.2003 gehaltenen Vortrages (http://www.ruderal-vegetation.de/epub/buescher.pdf) [03.06.2011]

BÜSCHER, D. (2010): Die Flora von Dortmund und ihre Veränderungen – Dynamik innerhalb von mehr als 100 Jahren. Dortmund, 438 S. (unveröff. Manuskr.)

BÜSCHER, D., LOOS, G. H. & WOLFF-STRAUB, R. (1997): Charakteristik der Flora des Ballungsraumes "Ruhrgebiet". LÖBF-Mitt. **3**/97: 28–34.

BÜSCHER, D., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2008): Neue Ausbreitungstendenzen von primär als Eisenbahnwanderer aufgetretenen Pflanzenarten im Ruhrgebiet: Die Beispiele *Eragrostis minor*, *Geranium purpureum* und *Saxifraga tridactylites*. Braunschw. Geobot. Arbeiten **9**: 97–106.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2011): FloraWeb – Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands. (http://www.floraweb.de) [14.07.2011]

BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMFORSCHUNG (Hrsg.) (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 108/109 Düsseldorf-Erkelenz. Geographische Landesaufnahme 1:200 000. Bad Godesberg, 55 S.

BURGHARDT, W. (1988): Substrate und Substratmerkmale von Böden der Stadt- und Industriegebiete. Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. **56**: 311–316.

BURGHARDT, W. (1997): Skelettgehalte in Böden aus technogenen Substraten. Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. **85**(3): 1115–1118.

BURGHARDT, W. (2002): Diskussionspapier "Klassifikation von Stadtböden". (http://www.itc.nl/~rossiter/Docs/SUITMA/disk_ksb.pdf) [30.05.2011]

BURGHARDT, W. (Hrsg.) (2009): Exkursionsführer zur Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) – Stadt- und Bergbauböden im Ruhrgebiet. Essen, 16 S.

BURGHARDT, W., BAHMANI-YEKTA, M., BÄDJER, N., HILLER, D., STEMPELMANN, I., TÜSELMANN, J., WINZIG, G. & ZIMMERMANN, P. (1999): Ergebnisbericht zum Modul B1 Boden im Projekt "Restflächen in der Industrielandschaft". Essen, 123 S. (Expertise, unveröff.)

BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. Siedlung u. Landschaft in Westfalen **8**: 58 S.

BURRICHTER, E., POTT, R. & FURCH, H. (1988): Die potentielle natürliche Vegetation. In: GEOGRAPHISCHE KOMMISSION FÜR WESTFALEN (Hrsg.): Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen. Lieferung **4**. Münster, 42 S.

BUTTLER, K. P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. Kochia Beih. **1**: 107 S.

DEGE, W. & DEGE, W. (1980): Das Ruhrgebiet. 2. Aufl. Geocolleg **3**: 184 S.

DETTMAR, J. (1989a): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen auf Industrieflächen im Ruhrgebiet und einige kritische Anmerkungen zur Bewertung der Neophyten in der Roten Liste der Gefässpflanzen Nordrhein-Westfalens. Flor. Rundbr. **22**(2): 104–111.

DETTMAR, J. (1989b): Die *Apera interrupta-Arenaria serpyllifolia*-Gesellschaft im Ruhrgebiet. Natur u. Heimat **49**(2): 33–42.

DETTMAR, J. (1992a): Industrietypische Flora und Vegetation im Ruhrgebiet. Diss. Bot. **191**. Berlin u. a., 397 S.

DETTMAR, J. (1992b): Vegetation auf Industriebrachen. Die Bedeutung von Industrieflächen aus floristischer und vegetationskundlicher Sicht. LÖLF-Mitt. **2**/92: 20–26.

DETTMAR, J. (1993): *Puccinellia distans*-Gesellschaften auf Industriebrachflächen im Ruhrgebiet – Vergesellschaftung von *Puccinellia distans* in Europa. Tuexenia **13**: 445–466.

DETTMAR, J. (Bearb.) (1991): Industriebrachen – vergiftete Wüsten oder lebendige Oasen. Ein floristisch-vegetationskundlicher Führer für Industriebrachen im Ruhrgebiet. Gelsenkirchen, 55 S.

DETTMAR, J. (1995): Pflanzen- und Tierarteninventar der Industrielandschaft – Beispiel Ruhrgebiet. Natur u. Landschaft **70**(10): 474–479.

DETTMAR, J. (2005): Forest for Shrinking Cities? - The Project "Industrial Forest of the Ruhr". In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (eds.): Wild Urban Woodlands. Heidelberg, pp. 263–276.

DIEKJOBST, H. (1980): Die natürlichen Waldgesellschaften Westfalens. Natur u. Heimat **40**(1): 1–16.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Stuttgart, 683 S.

DIERSCHKE, H. (2003): Vegetations- und Landschaftssukzession. Beispiele von Kalkmagerrasen auf verschiedenen Skalenebenen. In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geogr. Arbeiten, Sonderreihe **14**: 82–90.

DIERßEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie – Vegetationskunde. Darmstadt, 241 S.

DIESING, D. & GÖDDE, M. (1989): Ruderale Gebüsch- und Vorwaldgesellschaften nordrhein-westfälischer Städte. Tuexenia **9**: 225–251.

DOHLEN, M. & SCHMITT, T. (2003): Konzept stoffhaushaltlicher Bilanzen in urbanen Ökosystemen dargestellt am Beispiel von Wäldern in Bochum. In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geogr. Arbeiten, Sonderreihe **14**: 21–27.

DONCASTER BIODIVERSITY ACTION PARTNERSHIP (eds.) (2007): Post Industrial and Brownfield Land (PIB) – Habitat Action Plan. Doncaster, 23 pp.

DÜLL, R. (1987): Exkursionstaschenbuch der wichtigsten Moose Deutschlands. 2. Aufl. Rheudt, 273 S.

DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (1987): Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. 2. Aufl. Rheurdt, 378 S.

DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (2005): Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands. 6. Aufl. Wiesbaden, 577 S.

DÜRRBAUM, R. (1991): Untersuchung über die Zusammensetzung der Coleopteren-Fauna einer ehemaligen Industriefläche im Ruhrgebiet. Diplomarbeit Ruhr- Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Zoologie, AG Entwicklungbiologie der Tiere. Bochum, 166 S. + Anhang (unveröff.)

DURKA, W., ALTMOOS, M. & HENLE, K. (1997): Naturschutz in Bergbaufolgelandschaften des Südraumes Leipzig unter besonderer Berücksichtigung spontaner Sukzession. UFZ-Ber.**22**: 209 S.

EFUF (= EUROPEAN FORUM ON URBAN FORESTRY) (eds.) (2007): "New forests after old Industries". 10th European Forum on Urban Forestry, Gelsenkirchen, 16.-19.05.2007 (http://www.efuf.org/)

EHSES, B., BROSCH, B., BUDDE, R. & GROTHE, H. (Bearb.) (2009): Route Industriekultur – Themenroute 24 Industrienatur. Duisburg, 136 S.

EKRT, L., TRÁVNÍČEK, P., JAROLÍMOVÁ, V., VÍT, P. & URFUS, T. (2009): Genom size and morphology of the *Dryopteris affinis* group in Central Europe. Preslia **81**: 261–280.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIESSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., Scripta Geobot. **18**: 258 S.

ELSEN, T. VAN (1997): Binnensalzstellen an Rückstandshalden der Kali-Industrie. Naturschutzreport **12**: 63–117.

ERNST, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. Abh. Landesmus. f. Naturkde. z. Münster i. Westfalen **27**(1): 1–54.

FAO (= FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (eds.) (2006): World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Report No. **103**. Rom, 148 pp.

FELDMANN, R. (1987): Industriebedingte sekundäre Lebensräume. Ein Beitrag zu ihrer Ökologie. Habilitationsschrift Bergische Universität-Gesamthochschule Wuppertal. Wuppertal, 259 S. (unveröff.)

FISCHER, A. (1982): Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften von Lößböschungen am Kaiserstuhl (Südbaden). Phytocoenologia **10**(1/2): 73–256.

FISCHER, A. (1985): "Ruderale Wiesen". Ein Beitrag zur Kenntnis des *Arrhenatherion*-Verbandes. Tuexenia **5**: 237–248.

FITSCHEN, J. (1990): Gehölzflora. 11. Aufl. Heidelberg, 808 S.

FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. Wiesbaden, 187 S.

FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): Moosflora. 4. Aufl. Stuttgart, 528 S.

FRANK, D. & KLOTZ, S. (1988): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Witt. 1988/**60** (P35): 103 S.

FRANK, D. & KLOTZ, S. (1990): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Aufl. Wiss. Beiträge Martin-Luther-Univ. Halle-Witt. **32**: 167 S.

FRANZ, M. & NATHANIAL, P. (2005): A sustainability assessment framework for brownfield regeneration. In: BUTZIN, B. & NOLL, H.-P. (Hrsg.): Sustainable Brownfield Regeneration in Europe - Improving the quality of derelict land recycling. Materialien z. Raumordnung **66**: 18–30.

FREY, W. & LÖSCH, R. (1998): Lehrbuch der Geobotanik. Stuttgart, 436 S.

FUCHS, R., ADOLPHI, K., SUMSER, H., KORDGES, T. & GAUSMANN, P. (2008): Verwilderte Vorkommen von *Rodgersia aesculifolia* BATALIN und *Rodgersia podophylla* A. GRAY (Saxifragaceae) in Nordrhein-Westfalen. Flor. Rundbr. **41**: 15–25.

FUCHS, R. & KEIL, P. (2009): Die pflanzengeographische Bedeutung der Wälder im westlichen Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen). Flor. Rundbr. **42**: 60–76.

FUKAREK, F. & HENKER, H. (2006): Flora von Mecklenburg-Vorpommern – Farn- und Blütenpflanzen. Jena, 428 S.

GALHOFF, H. & KAPLAN, K. (1983): Zur Flora und Vegetation salzbelasteter Bochumer Zechenteiche. Natur u. Heimat **43**(3): 75–83.

GANSER, K. (1999): Liebe auf den zweiten Blick – Internationale Bauausstellung Emscherpark. Dortmund, 223 S.

GARVE, E. & GARVE, V. (2000): Halophyten an Kalihalden in Deutschland und Frankreich (Elsass). Tuexenia **20**: 375–417.

GAUSMANN, P. (2006): Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an urban-industriellen Vorwäldern im Ruhrgebiet. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, AG Landschaftsökologie. Bochum, 109 S. (unveröff.)

GAUSMANN, P. (2007): Das Projekt Industriewald Ruhrgebiet – Ergebnisse aus sechs Jahren Sukzessionsforschung. In: OTTO, K.-H. (Hrsg.): Industriewald als Baustein post-industrieller Stadtlandschaften. Interdisziplinäre Ansätze aus Theorie und Praxis am Beispiel des Ruhrgebietes. Materialien z. Raumordnung **70**: 19–32.

GAUSMANN, P. (2008): Verwilderte Zierpflanzen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **13.4**: 1–10. (http://www.bswr.de/PDF/Elektronische_Publikationen_BSWR/BSWR_EP13.4_2008_Gausmann_Verwilderte_Zierpflanzen_auf_Industriebrachen.pdf) [05.10.2010]

GAUSMANN, P., LOOS, G. H., KEIL, P. & HAEUPLER, H. (2004): Einige bemerkenswerte floristische Funde auf Industriebrachen des mittleren Ruhrgebietes. Natur u. Heimat **64**(2): 47–54.

GAUSMANN, P., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2006): Dispersal patterns of escaped ornamental woody plants in urban-industrial forest ecosystems of the Ruhrgebiet? Verh. Ges. Ökol. **36**: 327.

GAUSMANN, P. & JAGEL, A. (2007): Ein Moorbirkenbruch im Ruhrgebiet – Flora und Vegetation der Brandheide (Kreis Recklinghausen, NRW). Natur u. Heimat **67**(2): 47–54.

GAUSMANN, P., WEISS, J., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2007a): Wildnis kehrt zurück in den Ballungsraum – Die neuen Wälder des Ruhrgebietes. PdN-BioS **2**/56: 27–32.

GAUSMANN, P., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2007b): Einbürgerungstendenzen der Zerr-Eiche (*Quercus cerris* L.) in urban-industriellen Vorwäldern des Ruhrgebietes? Flor. Rundbr. **40**: 31–40.

GAUSMANN, P., HETZEL, I. & SCHMITT, T. (2007c): Einbürgerungstendenzen thermophiler Gehölzsippen in Wäldern des Ruhrgebietes. In: DETTMAR, J. & WERNER, P. (Hrsg.): Perspektiven und Bedeutung von Stadtnatur für die Stadtentwicklung. CONTUREC **2**: 69–74.

GAUSMANN, P., SARAZIN, A., NEIKES, N. & BÜSCHER, D. (2010): Vorkommen der *Dryopteris affinis*-Gruppe in der Westfälischen Bucht und dem Niederrheinischen Tiefland. Jahrb. Bochumer Bot. Ver. **1**: 64–74.

GEHLKEN, B. (2010): Beitrag zur Abgrenzung und Untergliederung des *Filagini-Vulpietum myuros* OBERD. 1938. Tuexenia **30**: 271–288.

GEYER, H. J., LOOS, G. H. & BÜSCHER, D. (2008): Rezentvorkommen von Adventivpflanzen und Apophyten auf Bahnhöfen im Mittleren Westfalen und ihre Ausbreitungstendenzen. Braunschw. Geobot. Arbeiten **9** (Festschrift Dietmar Brandes): 177–188.

GILBERT, O. L. (1994). Städtische Ökosysteme. Radebeul, 247 S.

GLÄßER, E., SCHMIED, M.-W. & WOITSCHÜTZKE, C.-P. (1997): Nordrhein-Westfalen. Perthes Länderprofile. Gotha, 423 S.

GLEICH, A., HELM, I., NEZADAL, W. & WELß, W. (1997): Synsystematische Übersicht der Pflanzengesellschaften im Zentralen Nordbayern. Hoppea **58**: 253–312.

GÖDDE, M. (1984): Zur Ökologie und pflanzensoziologischen Bindung von *Inula graveolens* (L.) DESF. in Essen. Natur u. Heimat **44**(4): 101–108.

GÖDDE, M. (1986): Vergleichende Untersuchung der Ruderalvegetation der Großstädte Düsseldorf, Essen u. Münster. Diss. Univ. Düsseldorf. Düsseldorf, 273 S. (unveröff.)

GÖDDE, M. (1987): Die Erfassung spontaner städtischer Vegetation mit Hilfe von Stichproben-Verfahren. In: WITTIG, R. (Hrsg.): Düsseldorfer Geobot. Kolloq. **4**: 71–80.

GOOS, U., HENTSCH, M., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2002): Zwei Vorkommen von *Trachystemon orientalis* (L.) G. DON FIL. (*Boraginaceae*) im Ruhrgebiet. Flor. Rundbr. **36**(2): 45–50.

GRIME, J. P. (1974): Vegetation classification by reference to strategies. Nature **250**: 26–31.

GRIME, J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. New York, Brisbane, Toronto, 222 S.

GUO, X., KOMNITSAS, K. & LI, D. (2010): Correlation between herbaceous species and environmental variables at the abandoned Haizhou coal mining site. Environmental Forensics **11**(1-2): 146–153.

GUTTE, P. (1991): Gehölzaufwuchs auf einem alten Müllberg. Flor. Rundbr. **25**(1): 57–62.

HACHFELD, A. (1999): Die Vegetation der Buschgruppen im Landschaftspark Duisburg-Nord. In: HOPPE, W. & KRONSBEIN, S. (Hrsg.): Landschaftspark Duisburg-Nord. Krefeld, S. 47–56.

HÄCKEL, H. (1993): Meteorologie. 3. Aufl. Stuttgart, 402 S.

HAEUPLER, H. (1974): Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. Scripta Geobotanica **8** u. Diss. Univ. Göttingen, 141 S. + Beilage.

HAEUPLER, H. (1992a): Die Bergehalde Hugo-Ost. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24.-28.07.1992 in Bochum. Bochum, S. 45–46.

HAEUPLER, H. (1992b): Übersicht über das Exkursionsgebiet – Klima. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24.-28.07.1992 in Bochum. Bochum, S. 19–23.

HAEUPLER, H. (1992c): Übersicht über das Exkursionsgebiet – *Dittrichia graveolens*, Leitpflanze des Ruhrgebietes?. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24.-28.07.1992 in Bochum. Bochum, S. 25.

HAEUPLER, H. (2000): Biodiversität in Zeit und Raum – Dynamik oder Konstanz? Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. **12**: 113–129.

HAEUPLER, H. (2003): Das Ruhrgebiet – ein "Kreuzweg der Blumen"? In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geogr. Arbeiten, Sonderreihe **14**: 91–97.

HAEUPLER, H. (2008): Long-Term Observations of Secondary Forests Growing on Hard-Coal Mining Spoils in the Industrial Ruhr Region of Germany. In: CARREIRO, M. M., SONG, Y.-C. & WU, J. (eds.) 2008: Ecology, Planning, and Management of Urban Forests – International Perspectives. Berlin, Heidelberg, pp. 357–368.

HAEUPLER, H., KERT, C. & SCHÜRMANN, M. (2003a): Industriewald Ruhrgebiet – floristisch-vegetationskundliche Untersuchungen. In: ARLT, G., KOWARIK, I., MATHEY, J. & REBELE, F. (Hrsg.): Urbane Innenentwicklung in Ökologie und Planung. IÖR-Schriften Bd. **39**: 159–167.

HAEUPLER, H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. (2003b): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. Recklinghausen, 616 S.

HAEUPLER, H. & MUER, T. (2007): Bildatlas der Farn und Blütenpflanzen Deutschlands. 2. Aufl. Stuttgart, 789 S.

HAMANN, M. (1988): Vegetation, Flora und Fauna – insbesondere Avifauna – Gelsenkirchener Industriebrachen und ihre Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Biologie, Lehrstuhl Allgemeine Zoologie und Neurobiologie. Bochum, 236 S. + div. Anhänge (unveröff.)

HANF, M. (1939): Bodenzusammensetzung von Abraumhalden und natürliche pflanzliche Besiedlung. Angewandte Botanik **12**: 149–176.

HAZARIKA, P., TALUKDAR, N. C. & SINGH, Y. P. (2006): Natural colonization of plant species on coal mine spoils at Tikak Colliery, Assam. Tropical Ecol. **47**(1): 37–46.

HELD, T. & SCHMITT, T. (2001): Vom Spitzkegel zur Landmarke – Bergehalden im Ruhrgebiet. Geogr. Rundschau **53**(9): 19–26.

HERMANN, W. (2008): Die alten Zechen an der Ruhr. Vergangenheit und Zukunft einer Schlüsseltechnologie. 6. Aufl. Königsstein i. Taunus, 328 S.

HETZEL, I. & GAUSMANN, P. (2011): Vorkommen von *Aucuba japonica* THUNB. ex MURR. (Japanische Aukube) in Wäldern des mittleren Ruhrgebietes. Jahrb. Bochumer Bot. Ver. **2**: 52–55.

HOFMANN, M. (1985): Biogeographie und Landschaftsökologie. Grundriss Allg. Geographie Teil **IV**. Paderborn, 96 S.

HOFFMANN, G. (1961): Die Stickstoffbindung der Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). Archiv f. Forstwesen **10**(4-6): 627–632.

HOPPE, W. (2010): Das Ruhrgebiet im Strukturwandel. Braunschweig, 128 S.

HOPPE, W. & KRONSBEIN, S. (Hrsg.) (1999): Landschaftspark Duisburg-Nord. Ökologische und landeskundliche Beiträge. Krefeld, 135 S.

HÖPPNER, H. & PREUß, H. (1926): Flora des westfälisch-rheinischen Industriegebietes unter Einschluß der Rheinischen Bucht. Duisburg, 381 S.

HOTTES, K.-H. & PIEL, H.-D. (1988): Die Deckung des industriell-gewerblichen Flächenbedarfs in einem sich wandelnden Industriegebiet. Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V. **2**: 71 S.

HÜBSCHEN, J. (2008): Die biologische Vielfalt im Ballungsraum. – Vortrag im Rahmen der Tagung "Emscherkonferenz – zur Biodiversität eines besonderen Landschaftsparks." Duisburg, 27.05.2008

HÜTTER, M. (1993): Böden und Bodengesellschaften des Ruhrgebietes. In: HEINRITZ, G., KLINK, H.-J., SPERLING, W. & WOLF, K. (Hrsg.): Ber. z. dt. Landeskde. **67**(2): 267–298.

HUMPERT, F. (1887): Die Flora Bochums. – Städt. Gymn. Bochum. Beil. Jahrb. Schuljahr 1886/87. Bochum, 57 S.

HURTIENNE, G. (1990): Die natürliche Vegetation und ihre Sukzession auf Steinkohlebergehalden des Ruhrgebietes. Diss. Univ. (GHS) Essen. Essen, 141 S. + Anhang (unveröff.)

JAGEL, A. (2003): Zur Situation der Flora auf Industrie- und Bahnbrachen in Bochum / Westfalen. Flor. Rundbr. **37**(1-2): 53–73.

JAGEL, A. & GAUSMANN, P. (2010): Zum Wandel der Flora von Bochum im Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen) in den letzten 120 Jahren. Jahrb. Bochumer Bot. Ver. **1**: 7–53.

JAGEL, A. & BUCH, C. (2011): Beobachtungen an einigen Neophyten im Bochumer Raum (Ruhrgebiet/Nordrhein-Westfalen). Flor. Rundbr. **44**: 44–59.

JENTSCH, S. (1993): Die Heuschreckenfauna (Saltatoria) stillgelegter Gleisanlagen im südlichen Ruhrgebiet. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum. Fakultät für Biologie, Lehrstuhl Allgemeine Zoologie und Neurobiologie. Bochum, 99 S. (unveröff.)

JOACHIM, O. T. (1994): Toxische Wirkung von Pb, Zn und Cd auf Wachstum, Mineralhaushalt und auf Funktionen des Wurzelplasmalemmas von *Betula pendula*. Diss. Univ. Bonn. Bonn, 263 S.

JOCHIMSEN, M. (1987): Vegetation development on mine spoil heaps – a contribution to the improvement of derelict land based on natural succession. In: MIYAWAKI, A., BODENRIEDER, A., OKUDA, S. & WHITE, J. (eds.): Vegetation ecology and creation of new environments. Proceedings Intern. Symposium Tokyo. Tokyo, pp. 245–252

JOCHIMSEN, M. (1991a): Ökologische Gesichtspunkte zur Vegetationsentwicklung auf Bergehalden. In: WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes. Wiesbaden, S. 155–162

JOCHIMSEN, M. (1991b): Begrünung von Bergehalden auf der Grundlage der natürlichen Sukzession. In: WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes. Wiesbaden, S. 189–194

JOCHIMSEN, M. (1992): Begrünungsversuche auf der Bergehalde Waltrop. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24. bis 28. Juli 1992 in Bochum. Bochum, S. 63–65.

JOCHIMSEN, M., HARTUNG, J. & FISCHER, I. (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. **7**: 69–88.

JOHN, H. & FRANK, D. (2008): Verwilderte *Cotoneaster*-Arten in Halle (Saale) und Umgebung. Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt **13**: 3–28.

JURKO, A. (1963): Die Veränderung der ursprünglichen Waldphytozönosen durch die Introduktion der Robinie. Československ. ochrana přirody **1**: 56–75.

JURKO, A. (1964): Feldheckengesellschaften und Uferweidengebüsche des Westkarpatengebirges. Biologické Práce **10**: 100 S.

KALVERAM, T. (1992): Untersuchungen zur Samenbank und zur Vegetation auf einer Industriebrache im Essener Norden. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 80 S. (unveröff.)

KEIL, A. (2002): Industriebrachen. Innerstädtische Freiräume für die Bevölkerung. Mikrogeographische Studien zur Ermittlung der Nutzung und Wahrnehmung der neuen Industrienatur in der Emscherregion. Duisburger Geographische Arbeiten **24**: 298 S.

KEIL, A. & OTTO, K.-H. (2008): Industriewald Ruhrgebiet – neue Natur auf alten Industriearealen. Online-Publikationen des LWL (http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Naturraum/Umwelt_Naturschutz/Industriewald/) [09.05.2011]

KEIL, P. (1999): Ökologie der gewässerbegleitenden Agriophyten *Angelica archangelica* ssp. *littoralis*, *Bidens frondosa* und *Rorippa austriaca* im Ruhrgebiet. Diss. Bot. **321**. Berlin u. a., 186 S.

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2002a): Dynamik der Ephemerophytenflora im Ruhrgebiet – unerwünschter Ausbreitungspool oder Florenbereicherung? Neobiota **1**: 37–49.

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2002b): Ergasiophygophytic trees and shrubs in the Ruhrgebiet (West Germany). UFZ-Bericht (Halle) **14**/2002: 36.

KEIL, P & VOM BERG, T. (2003): Bedeutung der Industrie- und Gewerbe-Brachflächen für den Naturschutz in Mülheim. Mülheimer Jahrb. **58**: 225–233.

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2004a): Ergasiophygophyten auf Industriebrachen des Ruhrgebietes. Flor. Rundbr. **38**(1-2): 101-112.

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2004b): Expansive Ergasiophygophyten an urbanen Standorten im Ruhrgebiet. – Kurzfassung eines auf dem 5. Braunschweiger Kolloquium "Phytodiversität von Städten" am 01.11.2003 gehaltenen Vortrages (http://www.ruderal-vegetation.de/epub/keil2003.pdf) [08.10.2010]

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2005a): Urban woodland flora and vegetation on industrial fallow land in the Ruhrgebiet as a product of culture and nature – an outline of general tendencies. Ausarbeitung eines Vortrages auf der internationalen Fachtagung "Urwald in der Stadt – Postindustrielle Stadtlandschaften von morgen". Institut für Ökologie der TU Berlin & Projekt Industriewald Ruhrgebiet, Dortmund 16.-18.10.2003. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **2**: 1–13. (http://www.bswr./PDF/Elektronische_Publikationen_BSWR/BSWR_EP2_2005_Keil_Loos_urban_forest.pdf) [11.01.2011]

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2005b): Non-established adventive plants in the western and central Ruhrgebiet (Northrhine-Westphalia, Germany) – a preliminary overview. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **5**: 1–16. (http://www.bswr.de/PDF/Elektronische_Publikationen_BSWR/BSWR_EP5_2005_Keil_Loos_Non-established_Taxa.pdf) [11.01.2011]

KEIL, P. & LOOS, G. H. (2005c): Anökophyten im Siedlungsraum des Ruhrgebietes – eine erste Übersicht. In: MÜLLER, N. (Hrsg.): Biodiversität im besiedelten Bereich. CONTUREC **1**: 27–34.

KEIL, P., KRICKE, R., SCHLÜPMANN, M., KOWALLIK, C. & LOOS, G. H. (2005): Bericht für das Jahr 2004. – Jahresbericht der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **2**. Oberhausen, 90 S.

KEIL, P., FUCHS, R. & LOOS, G. H. (2007a): Auf lebendigen Brachen unter extremen Bedingungen. Industrietypische Flora und Vegetation des Ruhrgebietes. PdN-BioS **2**/56: 20-26.

KEIL, P., KOWALLIK, C., KRICKE, R., SCHLÜPMANN, M., & LOOS, G. H. (2007b): Species diversity on urban-industrial brownfields with urban forest sectors compared with semi-natural habitats in western Ruhrgebiet (Germany) – First results of investigations in flowering plants and various animal groups. – Kurzfassung eines Vortrages im Rahmen der Tagung "New forests after old Industries – European Forum on Urban Forestry." Gelsenkirchen, 16.-19.05.2007 (http://www.wald-und-holz.nrw.de/55Wald_und_Mensch/Industriewald/5EFUF_2007/ablage/peter-keil.pdf) [11.01.2011]

KEIL, P., FUCHS, R., LOOS, G. H., VOM BERG, T., GAUSMANN, P. & BUCH, C. (2008a): New records of neophytes from the "Ruhrgebiet", a hotspot of alien species in Germany. In: PYŠEK, P. & PERGL, J. (eds.): Book of abstracts. Neobiota: Towards a Synthesis, 5th European Conference on Biological Invasions, Praha, 23.-26.09.2008, Poster presentation: 83.

KEIL, P., LOOS, G. H. & SCHLÜPMANN, M. (2008b): Neophyten – Neozoen. Grundbegriffe und Erläuterungen. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **13.1**: 1–4. (http://www.bswr.de/PDF/Elektronische_Publikationen_BSWR/BSWR_EP13.1_2008_Keil_Loos_Schluepmann_Neophyten-Neozoen_Grundbegriffe_und_Erlauterungen.pdf) [27.04.2011]

KEIL, P., BUCH, C., KOWALLIK, C., KRICKE, R. & SCHLÜPMANN, M. (2010a): Bericht für das Jahr 2009. – Jahresbericht der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **7**. Oberhausen, 89 S.

KEIL, P. BUCH, C., BÜSCHER, D., FUCHS, R., GAUSMANN, P., HAEUPLER, H., JAGEL, A., LOOS, G. H., KRICKE, R., KUTZELNIGG, H., SARAZIN, A. & SUMSER, H. (2010b): Artenvielfalt auf der A 40 im Ruhrgebiet. Natur in NRW **4**/2010: 11–17.

KEIL, P. (2011): Steinkohlenbergbau. Das Ruhrrevier. In: BAUMBACH, H., HEINZE, M. & SÄNGER, H. (Hrsg.): Bergbaufolgelandschaften Deutschlands – geobotanische Aspekte und Rekultivierung. Jena (in Druck)

KELLER, TH. (1972): Forstwirtschaft und Lufthygiene. Enge Wechselbeziehungen zwischen Wald und Luft. Gewässerschutz u. Lufthygiene **97**: o. S.

KERT, C. (2002): Untersuchungen im Rahmen eines Langzeitmonitoring auf Restflächen des Bergbaus im Ruhrgebiet. **II**. Vegetationsdynamik. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 73 S. (unveröff.)

KERTH, M., LUDESCHER, F.-B., WIGGERING, H. & ZIMMERMANN, P. (1991): Sekundärbiotope auf Steinkohlenbergehalden. In: WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes. Wiesbaden, S. 195-202.

KLAUCK, E.-J. (1986): Robinien-Gesellschaften im mittleren Saartal. Tuexenia **6**: 325–334.

KLAUCK, E.-J. (1988): Die *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und ihre geographische Gliederung. Tuexenia **8**: 281–286.

KLEINKNECHT, U. (2001): Vegetationskundliche Beschreibung und Einordnung der natürlich aufgewachsenen Birken-Zitterpappel-Vorwälder der Bergbaufolgelandschaften des Leipziger Südraums - das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* ass. nov. Tuexenia **21**: 39–50.

KLEINKNECHT, U. (2002): Primäre Gehölzsukzession in der Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Südraums. Diss. Bot. **358**. Berlin u. a., 159 S.

KLINK, H.-J. (1996): Vegetationsgeographie. 2. Aufl. Braunschweig, 240 S.

KLOTZ, S. & KÜHN, I. (2002a): Ökologische Strategietypen. In: KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. (Hrsg.): BiolFlor – eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland.Schriftenr. f. Vegetationskde. **38**: 197–201.

KLOTZ, S. & KÜHN, I. (2002b): Indikatoren des anthropogenen Einflusses auf die Vegetation. In: KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. (Hrsg.): BiolFlor – eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland.Schriftenr. f. Vegetationskde. **38**: 241–246.

KLOTZ, S. & KÜHN, I. (2002c): Soziologische Bindung der Arten. In: KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. (Hrsg.): BiolFlor – eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland.Schriftenr. f. Vegetationskde. **38**: 273–282.

KNABE, W. (1968): Böden und Profilaufbau bei Bergehalden. In: SIEDLUNGSVERBAND RUHRKOHLENBEZIRK (Hrsg.): Haldenbegrünung im Ruhrgebiet. Schriftenr. Siedlungsverb. Ruhrkohlenbez. **22**: 147 S.

KÖLLNER, A. (1999): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf einem ehemaligen Kokereigelände. In: HOPPE, W. & KRONSBEIN, S. (Hrsg.): Landschaftspark Duisburg-Nord. Ökologische und landeskundliche Beiträge. Krefeld, S. 20–46.

KOHLER, A. (1963): Zum pflanzengeographischen Verhalten der Robinie in Deutschland. Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschl. **22**(1): 3–18.

KOHLER, A. & SUKOPP, H. (1964): Über die soziologische Struktur einiger Robinienbestände im Stadtgebiet von Berlin. Sber. Ges. Naturf. Berlin **4**(2): 74–88.

KOLL, D. (1962): Der Beginn pflanzlichen Lebens auf einer Dortmunder Hochofenschlacken-Halde. AMN. **24**(3): 23–28.

KOLLMANN, J. (1994): Ausbreitungsökologie endozoochorer Gehölzarten. Veröff. PAÖ **9**: 212 S.

KOLTZENBURG, M. (1999): Bestimmungsschlüssel für in Mitteleuropa heimische und kultivierte Pappelarten und –sorten (*Populus* spec.). Flor. Rundbr. Beih. **6**: 53 S.

KONOPKA, K. (2002): Planungskonflikte für die Entwicklung von Rekultivierungskonzepten bei Bergehalden und Deponien. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 135 S. + Anhang (unveröff.)

KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Schriftenr. f. Vegetationskde. **28**: 21–187.

KOSSMANN, G. (2000): Charakterisierung von deponiertem Hochofengasschlamm als Substrat für den Pflanzenwuchs. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Geowissenschaften, Geographisches Institut. Bochum, 79 S.

KOWARIK, I. (1985): Die Zerreiche (*Quercus cerris* L.) und andere wärmeliebende Gehölze auf Berliner Bahnanlagen. Berliner Naturschutzblätter **29**(3): 71–75.

KOWARIK, I. (1986): Vegetationsentwicklung aus innerstädtischen Brachflächen – Beispiele aus Berlin (West). Tuexenia **6**: 75–98.

KOWARIK, I. (1992a): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg. Verh. Bot. Ver. Berlin u. Brandenburg Beih. **3**: 188 S.

KOWARIK, I. (1992b): Zur Rolle nichteinheimischer Arten bei der Waldbildung auf innerstädtischen Standorten in Berlin. Verh. Ges. Ökol. **21**: 207–213.

KOWARIK, I. (1992c): Stadtnatur – Annäherung an die "wahre" Natur der Stadt. In: STADT MAINZ/ BUND-KREIS-GRUPPE MAINZ (Hrsg.): Ansprüche an Freiflächen im urbanen Raum. Mainz, S. 63–80

KOWARIK, I. (1995a): Wälder und Forsten auf ursprünglichen und anthropogenen Standorten – mit einem Beitrag zur syntaxonomischen Einordnung ruderaler Robinienwälder. Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. **7**: 47–67.

KOWARIK, I. (1995b): Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes. In: BÖCKER, R., H. GEBHARDT, W. KONOLD & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten. Landsberg, S. 33-56

KOWARIK, I. (1996): Funktionen klonalen Wachstums von Bäumen bei der Brachflächen-Sukzession unter besonderer Beachtung von *Robinia pseudoacacia*. Verh. Ges. Ökol. **26**: 173–181.

KOWARIK, I. (2005): Wild Urban Woodlands: Towards a Conceptional Framework. In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (eds.): Wild Urban Woodlands. Heidelberg, pp. 1–32.

KOWARIK, I. (2008): On the Role of Alien Species in Urban Flora and Vegetation. In: MARZLUFF, J. M., SHULENBERGER, E., ENDLICHER, W., ALBERTI, M., BRADLEY, G. RYAN, C., SIMON, U. & ZUMBRUNNEN, C. (eds.): Urban Ecology. New York, pp. 321–338.

KOWARIK, I. & BÖCKER, R. (1984): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Einbürgerung des Götterbaumes (*Ailanthus altissima* [MILL.] SWINGLE) in Mitteleuropa. Tuexenia **4**: 9-29.

KOWARIK, I. & LANGER, A. (1994): Vegetation einer Berliner Eisenbahnfläche (Schöneberger Südgelände) im vierten Jahrzehnt der Sukzession. Verh. Bot. Ver. Berlin u. Brandenburg **127**: 5–43.

KOWARIK, I. & LANGER, A. (2008): Natur-Park Südgelände: Linking Conservation and recreation in an abandones railyard in Berlin. In: MÜLLER, N. & KIRMER, A. (eds.): Excursion Guide. Third Conference of the Competence Network Urban Ecology. BfN-Skripten **229**/2: 57–66.

KRAMER, H. & AKÇA, A. (2008): Leitfaden zur Waldmesslehre. 5. Aufl. Frankfurt a. M., 280 S. + Anhang

KREH, W. (1952): Der Fliederspeer (*Buddleja variabilis*) als Jüngsteinwanderer unserer Flora. Aus der Heimat (Öhringen) **60**: 20–25.

KRICKE, R. & STAPPER, N. (2003): Epiphytische und epigäische Moose und Flechten als Deskriptoren der Industriebrachen-Sukzession. Recklinghausen, 25 S. (Pilotstudie, unveröff.)

KÜHN, I. (1998): Geobotanisch-avifaunistische Untersuchungen zur Schutzwürdigkeit des Standortübungsplatzes "Duloh" bei Iserlohn, Westfalen. Der Sauerländische Naturbeobachter Nr. **25**: 135 S.

KÜHN, I. & KLOTZ, S. (2002): Floristischer Status und gebietsfremde Arten. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Schriftenr. f. Vegetationskde. **38**: 47–56.

KÜHN, I., BRANDL., R. & KLOTZ, S. (2004): The Flora of German Cities is naturally rich. Evolutionary Ecology Research **6**: 749–764.

KÜHNAPFEL, K. B. (1992): NSG "Holzplatz in Bönen" (Bönen, Kreis Unna). In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24. bis 28. Juli 1992 in Bochum. Bochum, S. 67–70.

KÜHNAPFEL, K. B. (1993): Industriebrachen als Lebensraum für Schmetterlinge (Lepidoptera) am Beispiel des Holzplatzes in Bönen. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 135 S. + Anhang (unveröff.)

KÜHNAPFEL, K. B. & LOOS, G. H. (1994): Die Gestreifte Zartschrecke [*Leptophyes albovittata* (KOLL)] auf dem Holzplatz bei Bönen. Natur u. Heimat **54**(1): 29–31.

KUNICK, W. (1974): Veränderungen von Flora und Vegetation einer Grosstadt dargestellt am Beispiel von Berlin (West). Diss. TU Berlin. Berlin, 472 S. (unveröff.)

KUNICK, W. (1982): Comparison of the flora of some cities of the central European Lowlands. In: BORNKAMM, R. & SEAWARD, M. R. D. (eds.): Urban Ecology – The Second European Ecological Symposium, Berlin, 08.-12.09.1980. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, pp. 13–22.

KUNICK, W. (1985): Gehölzvegetation im Siedlungsbereich. Landschaft u. Stadt **17**: 120–133.

KUNICK, W. (1987): Verbreitungsmuster einzelner Pflanzenarten in westdeutschen Städten. In: SCHUBERT, R. & HILBIG, W. (Hrsg.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen – Teil 1. Halle (Saale), S. 101–119.

KUNICK, W. (1990): Spontaneous woody vegetation in cities. In: SUKOPP, H., HEJNY, S. & KOWARIK, I. (eds.): Urban ecology. Den Haag, pp.167–174.

KUNICK, W. & SUKOPP, H. (1975): Vegetationsentwicklung auf Mülldeponien Berlins. Berliner Naturschutzblätter **19**(56): 141–145.

KUNTZE, H., NIEMANN, J., ROESCHMANN, G. & SCHWERDTFEGER, G. (1981): Bodenkunde. 2. Aufl. Stuttgart, 407 S.

LANBO, S., GUTTENBERGER, M., KOTTKE, I. & HAMPP, R. (2002): The effects of drought on mycorrhizus of beech (*Fagus sylvatica* L.): changes in community drought and the content of carbohydrates and nitrogen storage bodies in fungi. Mycorrhiza **12**: 303–312.

LANGENBAHN, S. (2004): Folgenutzung der Bergehalde Luisenthal. Diplomarbeit Univ. Nürtingen. Nürtingen, 143 S. (unveröff.)

LANUV (= LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN) (Hrsg.) (2002): Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MALBO) Bd. 17, Kap. 4: Gichtgasschlämme. S.52–77.

LANUV (= LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN) (Hrsg.) (2009): Fachbeitrag des Naturschutzes und der Landschaftspflege zum Regionalen Flächennutzungsplan für die Städteregion Ruhr – Fachbeitrag Biotopverbund in NRW: 126.

LANUV (= LANDESAMT FÜR NAUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN) (Hrsg.) (2011): Kartieranleitungen in Nordrhein-Westfalen – Biotop-kartierung. Zusatzcodes. (http://www.naturschutz-fachinformationssysteme-nrw.de/methoden/de/anleitungen/bk/anhang/zusatzcodes/wuchsklasse) [05.09.2011]

LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NRW (Hrsg.) (2010): Industriewald Ruhrgebiet. (http://wald-und-holz.nrw.de/55Wald_und_Mensch/Industriewald/index.php) [23.08.2010]

LEDER, B. (2005): Entwicklung eines Salweiden-Vorwaldes aus Naturverjüngung. LÖBF-Mitt. **3**/05: 49–52.

LEDER, B. & LEONHARDT, A. (2003): Industriewald im Ruhrgebiet – Untersuchungen zur Waldstruktur. In: ARLT, G., KOWARIK, I., MATHEY, J. & REBELE, F. (Hrsg.): Urbane Innenentwicklung in Ökologie und Planung. IÖR-Schriften Bd. **39**: 169–178.

LEDER, B. , LEHMANN, A. & LEONHARDT, A. (2005): Vegetationsentwicklung und Avifauna auf Windwurfflächen. LÖBF-Mitt. **3**/05: 39–42.

LEHMANN, C. & REBELE, F. (2005): Phenotypic plasticity in *Calamagrostis epigejos* (*Poaceae*): Response capacities of genotypes from different populations of contrasting habitats to a range of soil fertility. Acta Oecologica **28**: 127–140.

LESER, H. (Hrsg.) (2005): Diercke-Wörterbuch Allgemeine Geographie. 13. Aufl. München, Braunschweig, 1119 S.

LIEDTKE, H. & MARCINEK, J. (Hrsg.) (2002): Physische Geographie Deutschlands. 3. Aufl. Gotha, 786 S.

LÖBF (= LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FORSTEN NRW) (Hrsg.) (2005): Natur und Landschaft in Nordrhein-Westfalen 2005. LÖBF-Mitt. **4**/05: 283 S.

LÖSCH, R., PAUSE, R. & MIES, B. (1997): Poikilohydrie und räumlich-zeitliche Existenznische von Flechten und Moosen. Bibl. Lichenol. **67**: 145–162.

LOHRBERG, F. & TIMPE, A. (2005): Plattform Urbane Waldnutzung im Ruhrgebiet startet. Bericht von der Impulstagung am 7. April in Gelsenkirchen. LÖBF-Mitt. **3**/05: 59–61.

LOOS, G. H. (1992): Liste der Gefäßpflanzen der Zechenbrache Königsborn 3/4 (incl. Holzplatz Bönen) in Bönen/Kamen-Werve. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft – Exkursionsführer. 42. Jahrestagung und Exkursionen vom 24. bis 28. Juli 1992 in Bochum. Bochum, S. 71–83.

LOOS, G. H. (1999): Die Neophyten und ihre Begriffssysteme. Naturreport (Unna) Beih. **2**: 23 S.

LOOS, G. H. (2007): Species diversity on Urban-Industrial Brownfields with Urban Forest Sectors compared with Semi-Natural Habitats in Western Ruhrgebiet (Germany). – Vortrag im Rahmen der Tagung "New Forests after Old Industries – European Forum on Urban Forestry." Gelsenkirchen, 16.-19.05.2007 (http://wald-und-holz.nrw.de/55Wald_und_Mensch/Industriewald/5EFUF_2007/ablage/pres_peter-keil.pdf) [11.01.2011]

LOOS, G. H. (2009): Pflanzengeographische Beiträge zur chorologischen, taxonomischen und naturschutzfachlichen Bewertung der Sippendiversität agamospermer (apomiktischer) Blütenpflanzenkomplexe: Das Beispiel *Rubus* subgenus *Rubus* (Rosaceae). Diss. Univ. Bochum. Bochum, 99 S. (unveröff.)

LOOS, G. H. & KEIL, P. (2006): Trends in der Ausbreitung und der zönotischen Eingliederung von gebietsfremden Pflanzenarten im Ruhrgebiet. In: ARBEITSKREIS BIOGEOGRAPHIE IM VGDH (Hrsg.): Jahrestreffen Arbeitskreis Biogeographie 2006 – Tagungsband. Bonn 18.-21.05.2006, S. 34.

LOOS, G. H. & GAUSMANN, P. (2010): Einzigartig auf de ganzen Welt – Endemiten in Westfalen. In: HEINEBERG, H., WIENEKE, M. & WITTKAMPF, P. (Hrsg.): Westfalen Regional Bd. 2. Siedlung u. Landschaft i. Westfalen **37**: 40–41.

LÜCKE, M. (1997): Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie. Untersuchungen zum Standort, zur Begrünung mit Komposten und zur Gehölzsukzession von Rückstandshalden mit anhydritischen Auflageschichten. – 1 – Ökologie u. Umweltsicherung **12**: 219 S. + Anhang

MANSFELDT, T., GEHRT, S. B. & FRIEDL, J. (1998): Cyanides in a soil of a former coking plant site. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **161**: 229–234.

MANSFELDT, T. & KÜPER, J. (2004): Deponierte Hochofengasschlämme - Eine Gefahr für die Umwelt? Ein Fallbeispiel aus dem Stadtgebiet von Herne/Westfalen. Altlastenspektrum **13**: 103-107.

MCHALE, M. R., MCPHERSON, E. G. & BURKE, I. C. (2007): The potential of urban tree plantings to be cost effective in carbon credit markets. Urban Forestry & Urban Greening **6**(1): 49–60.

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (Hrsg.) (2006): Umweltbericht 2006 – Kapitel 7: Naturschutz, Artenvielfalt, Waldzustand. Düsseldorf, S. 273–338. (http://umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/ub06_kapitel/kapitel_7.pdf) [03.06.2011]

MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1: Anthropogene Vegetation. Jena, Stuttgart, 578 S.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (1974): Aims and methods of vegetation ecology. New York, 547 S.

NATHO, G. (1959): Variationsbreite und Bastardbildung bei mitteleuropäischen Birkensippen. Feddes Rep. **61**(3): 211–273.

NAUENBURG, J. D. (1987): *Viola ×preywischiana* einzig bei Blankenrode. Flor. Rundbr. (Bochum) **21**(1): 2–7.

NEEF, E. (1968): Landschaftsforschung. Gotha, 279 S.

OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstaudenfluren. 2. Aufl. Stuttgart, New York, 355 S.

OBERDORFER, E. (1983a): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Aufl. Stuttgart, 1051 S.

OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1983b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 2. Aufl. Stuttgart, New York, 455 S.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. Stuttgart, 1050 S.

PETERKEN, G. F. (1974): A method for assessing woodland flora for conservation using indicator species. Biol. Conservation **6**(4): 239–245.

PICKET, S. & WHITE, P. (1985): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando (Fla.), 472 S.

PIETSCH, J. & KAMIETH, H. (1991): Stadtböden. Entwicklungen, Belastungen, Bewertung und Planung. Taunusstein, 294 S.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. Stuttgart, 622 S.

POTT, R. (2007): Potenzielle natürliche Vegetation in Westfalen. Online-Publikationen des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe. (http://www.lwl.org/westfalen-regional-download/PDF/S052_Vegetation.pdf) [02.11.2010]

PREISING, E., WEBER, H. E. & VAHLE, H.-C. (2003): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Wälder und Gebüsche. Naturschutz u. Landschaftspfl. Nieders. **20**(2): 113 S.

PUNZ, W. (1989): Zur Vegetation von Hochofenschlackenhalden. Linzer Biol. Beitr. **21**(1): 211–228.

RAABE, U., BÜSCHER, D., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., HAEUPLER, H., JAGEL, A., KAPLAN, K., KEIL, P., KULBROCK, P., LOOS, G. H., NEIKES, N., SCHUMACHER, W., SUMSER, H. & VANBERG, C. unter Mitarbeit von BUCH, C., FUCHS, R., GAUSMANN, P., GORISSEN, I., GOTTSCHLICH, G., HAECKER, S., ITJESHORST, W., KORNECK, D., MATZKE-HAJEK, G., SCHMELZER, M., WEBER, H. E. & WOLFF-STRAUB, R. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen – Pteridophyta et Spermatophyta – in Nordrhein-Westfalen. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (http://www.lanuv.nrw.de/natur/arten/rote_liste/pdf/RL-NW10-Farn-und-Bluetenpflanzen-Pteridophyta et Spermatophyta.pdf) [16.05.2011]

RAUNKIAER, C. (1910): Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Beihefte zum Centralblatt, Bd. **27**(2): 171–206.

RAUNKIAER, C. (1934): The life-forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 632 S.

REBELE, F. (1994): Konkurrenz und Koexistenz bei ausdauernden Ruderalpflanzen. Schriftenr. Naturwiss. Forsch. **31**: 200 S.

REBELE, F. (2008): Renaturierung von Ökosystemen in urban-industriellen Landschaften. In: ZERBE, S. & WIEGLEB, G. (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Heidelberg, S. 389–422.

REBELE, F. & WERNER, P. (1984): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung industrieller Brach- und Restflächen in Berlin (West). Berlin-Forschung. Förderprogramm der FU-Berlin. 3. Ausschreibung, 169 S. (Expertise, unveröff.)

REBELE, F. & DETTMAR, J. (1996): Industriebrachen – Ökologie und Management. Stuttgart, 188 S.

REBELE, F. & LEHMANN, C. (2001): Biological Flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH. Flora **196**: 325-344.

REICHELT, G. & WILMANNS, O. (1973): Vegetationsgeographie. Braunschweig, 210 S.

REIDL, K. 1984: Zur Verbreitung und Vergesellschaftung des Klebrigen Alant (*Inula graveolens* [L.] DESF.) in Essen. LÖLF-Mitt. **9**(3): 41–43.

REIDL, K. (1989): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen als Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz in der Stadt - Dargestellt am Beispiel Essen. Diss. Univ. (GHS) Essen. Essen, 811 S. (unveröff.)

REIDL, K. (1993): Zur Gefäßpflanzenflora der Industrie- und Gewerbegebiete des Ruhrgebietes – Ergebnisse aus Essen. Decheniana **146**: 39–55.

REIDL, K. (1995): Flora und Vegetation des ehemaligen Sammelbahnhofs Essen-Frintrop. Flor. Rundbr. **29**(1): 68–85.

REIDL, K. & DETTMAR, J. (1993): Flora und Vegetation der Städte des Ruhrgebietes, insbesondere der Stadt Essen und der Industrieflächen. In: HEINRITZ, G., KLINK, H.-J., SPERLING, W. & WOLF, K. (Hrsg.): Ber. z. dtsch. Landesk. **67**(2): 299–326.

REINIRKENS, P. (1991): Siedlungsböden im Ruhrgebiet. Bedeutung und Klassifikation im urban-industriellen Ökosystem Bochum. Bochumer Geogr. Arbeiten **53**: 146 S. + Karten

REISS-SCHMIDT, S. (1988): Entsiegelungsmaßnahmen auf gewerblichen Flächen. Informationen z. Raumentwicklung Heft **8/9**: 557–572.

RIEDEL, C., BAHNE, H., RIEDEL, H. & KEIL, P. (2005): Neue und bemerkenswerte Funde in der Flora von Oberhausen. Natur a. Niederrhein **20**(2): 62–76.

ROTHMALER, W. (Begr.) (1996): Exkursionsflora von Deutschland Bd. **2**: Gefäßpflanzen – Grundband. 16. Aufl. Jena, 639 S.

ROTHMALER, W. (Begr.) (2008): Exkursionsflora von Deutschland Bd. **5**: Krautige Zier- und Nutzpflanzen. Berlin, Heidelberg, 880 S.

ROSTAŃSKI, A. (1998a): Spontaneous flora on coal spoil heaps in Upper Silesia (Poland). In: SARSBY, R.W. (edit.): Contaminated and derelict land. The proceedings of GREEN 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment held in Kraków, Poland, September 1997: 488-491.

ROSTAŃSKI, A. (1998b): Anthropophytes and apophytes in colonization process on the post-industrial heaps in Upper Silesia region. Phytocoenosis **9**: 199–201.

ROSTAŃSKI, A. & WOŹNIAK, G. (2001): The development of vegetation on industrial wastelands in Upper Silesia (Poland) and the Ruhr Region (Germany). In: JACKOWIAK, B. & ZUKOWSKI, W. (eds.): Mechanisms of Anthropogenic Changes of the Plant Cover. Dept. of Plant Taxonomy, U.A.M. Poznań: 259–269.

ROSTAŃSKI, A. & TRUEMAN, I. C. (2001): A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions – Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK). In: SARSBY, R. W. & MEGGYESS, T. (eds.): GREEN 3 – The exploitation of natural resources and the consequences. London: 561–566.

ROSTAŃSKI, A. & ZHUKOV, V. (2001): Comparison of the flora of mining spoil heaps of Upper Silesia (Poland) and Donetsk Coal District (Ukraine). Natura Silesiae Superioris, Suplement: 67–77.

RESEARCH GROUP CLIMATOLOGY RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM (Hrsg.) (2010): Daten der Rudolf-Geiger-Station 2010 (http://www.geographie.ruhr-uni-bochum.de/agklima/rgs_d.html) [30.09.2010]

RÜDIGER, L. (2009): Die Bestandssituation der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) auf ausgewählten postindustriellen Standorten in Bochum und Herne. Bachelor-Arbeit Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, AG Landschaftsökologie. Bochum, 71 S.

RUNGE, F. (1955): Die Flora Westfalens. Münster, 572 S.

RUNGE, F. (1979): Gutachten über die Vegetation des Lippegebietes zwischen Stockum bei Werne und Alstedde bei Lünen. Unna (unveröff. Manuskr.)

RUNGE, F. (1989): Die Flora Westfalens. 3. Aufl. Münster, 589 S.

RUNGE, F. (1994): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas – eine kleine Übersicht. 12./13. Aufl. Münster, 312 S.

SACHSE, U. (1989): Die anthropogene Ausbreitung von Berg- und Spitzahorn (*Acer pseudoplatanus* L. und *Acer platanoides* L.) Ökologische Voraussetzungen am Beispiel Berlins. Landschaftsentwickl. u. Umweltforsch. **63**: 129 S.

SÄNGER, H. (1993): Die Flora und Vegetation im Uranbergbaurevier Ronneburg – pflanzensoziologische Untersuchungen an Extremstandorten. Ökologie u. Umweltsicherung **5**: 1–227.

SARMA, K. (2005): Impact of Coal Mining on Vegetation: A Case Study in Jaintia Hills District of Meghalaya, India. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands & Indian Institute of Remote Sensing, National Remote Sensing Agency (NRSA), Department of Space, Dehradun, India. o. O., 85 S. (http://www.itc.nl/library/papers_2005/msc/ereg/sarma.pdf) [25.01.2011]

SAVELSBERGH, E. (1983): *Inula graveolens* (L.) DESF. (Klebriger Alant) bei Speyer. Gött. Flor. Rundbr. **16**(3/4): 96–99.

SCHADEK, U., STRAUSS, B., BIEDERMANN, R., KLEYER, M. (2009): Plant species richness, vegetation structure and soil resources of urban brownfield sites linked to successional age. Urban Ecosyst. **12**: 115–126.

SCHEMMANN, W. (1884): Beiträge zur Flora der Kreise Bochum, Dortmund und Hagen. Verh. Naturhist. Vereins Preuss. Rheinl. **41**: 185–250.

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart, 442 S.

SCHEUERMANN, R. (1930): Mittelmeerpflanzen der Güterbahnhöfe des rhein-westf. Industriegebietes. Verh. Naturhist. Vereins Preuss. Rheinl. **86**: 256–342.

SCHIEMIONEK, A. (1991): Untersuchungen zur Populationsbiologie von *Dittrichia graveolens* (GREUT.) im Ruhrgebiet. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 194 S. + Anhang (unveröff.)

SCHMEISKY, H., KUNICK, M. & LENZ, O. (1993): Zur Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie. Kali u. Steinsalz **11**: 132–152.

SCHMIDT, C. unter Mitarbeit von ABTS, U. W., GEYER, H. J. & PREUßING, M. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laubmoose – Bryophyta – in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (http://www.lanuv.nrw.de/natur/arten/rote_liste/pdf/RL-NW10-MOOSE/RL-NW10-2-Laubmoose-Bryophyta.pdf) [15.08.2011]

SCHMITT, J. A. (2004): Berge- und Industriehalden als Sekundärbiotope im Saarland unter besonderer Berücksichtigung der Steinkohlen-Bergehalden von Grube Reden. Delattinia **30**: 7–126.

SCHMITZ, U., RISTOW, M., MAY, R. & BLEEKER, W. (2008): Hybridisierung zwischen Neophyten und heimischen Pflanzenarten in Deutschland. Natur u. Landsch. **83**(9/10): 444–451.

SCHOLZ, H. (1960): Die Veränderungen in der Ruderalflora Berlins. Willdenowia **2**: 379–397.

SCHOLZ, H. (1995): Das Archäophytenproblem in neuer Sicht. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Schriftenr. f. Vegetationskde. **27**: 431–439.

SCHOLZ, H. (2007): Questions about indigenous plants and anecophytes. Taxon **56**: 1255–1260.

SCHREIER, K. (1955): Die Vegetation auf Trümmerschutt zerstörter Stadtteile in Darmstadt und ihre Entwicklung in pflanzensoziologischer Betrachtung. Schriftenr. Naturschutzstelle Darmstadt **3**(1): 1–49.

SCHROEDER, F.-G. (1969): Zur Klassifikation der Anthropochoren. Vegetatio **16**: 225–238.

SCHROEDER, F.-G. (2003): Wer importierte die Robinia nach Europa? Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. **88**: 121–136.

SCHUBERT, R. (2001): Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Mitt. z. flor. Kartierung Sachsen-Anhalt Sonderheft **2**: 688 S.

SCHÜLER, D. (2008): Revitalisierung von Brachflächen. Ansätze des Flächenmanagements in Städten und Stadtregionen. Standort – Zeitschrift f. Angewandte Geographie **32**: 13–16.

SCHULMANN, W. (1981): Ruderale Pflanzengesellschaften von industrienahen Standorten in Duisburg. Hausarbeit I. Staatsprüfung GHS Duisburg (unveröff.), o. S.

SCHULTE, W. (1985): Florenanalyse und Raumbewertung im Bochumer Stadtbereich. In: HOTTES, K., KLINK, H.-J., LIEDTKE , H. & SCHÖLLER, P. (Hrsg): Materialien z. Raumordnung **30**: 395 S. + Diss. Univ. Bochum

SCHULTE, W. (1992): Die Bedeutung von Industriebrachen im Rahmen von Stadtbiotop-kartierungen. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung. LÖLF-Mitt. **2**/92 13–19.

SCHULTE, W., FRÜND, H.-C., SÖNTGEN, M., GRAEFE, U., RUSZKOWSKI, B., VOGGENREITER, V. & WERITZ, N. (1989): Zur Biologie städtischer Böden. Beispielraum: Bonn-Bad Godesberg. Greven, 184 S.

SCHÜRMANN, M. (2002): Untersuchung im Rahmen eines Langzeitmonitorings auf Restflächen des Bergbaus im Ruhrgebiet – I. Flora und Samenbank. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 99 S. (unveröff.)

SCHWIEDEROWSKI, C. (1994): Vergleich von Gehölzbeständen auf künstlich begrünten und sich selbst überlassenen Bergehalden – am Beispiel des Landschaftsbauwerkes Halde Hoppenbruch und der Halde Holzheide. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 169 S. + Anhang (Bd. II) (unveröff.)

SCZEPANSKI, S. (2005): Die Heuschreckenfauna des NSG "Holzplatz" bei Bönen (Kreis Unna) unter besonderer Berücksichtigung der Gestreiften Zartschrecke (*Leptophyes albovittata* KOLL.) und der Gemeinen Sichelschrecke (*Phaneroptera falcata* PODA) (*Insecta: Saltatoria*). Natur u. Heimat **65**(3): 65–76.

SEIPEL, R. (2005): Auferstanden aus Ruinen - Neues Leben auf einem alten Industriestandort. Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Gelände der ehemaligen Sinteranlage in Duisburg-Beeck. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 104 S. (unveröff.)

SEIPEL, R., KEIL, P. & LOOS, G. H. (2006): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Gelände der ehemaligen Sinteranlage in Duisburg-Beek. Decheniana **159**: 51–75.

SIEDLUNGSVERBAND RUHRKOHLENBEZIRK (Hrsg.) (1968): Haldenbegrünung im Ruhrgebiet. Schriftenr. SVR **22**: 147 S.

SIEGL, A. & FRITZ, M. (2002): Die Robinienwälder des Saarlandes. In: BETTINGER, A. & WOLFF, P. (Hrsg.): Die Vegetation des Saarlandes und seiner Randgebiete. Teil 1 Atlantenreihe, Bd. **2**: 301–360.

STACE, C. A. (1997): New Flora of the British Isles. 2. Edit. Cambridge, 1165 pp.

STEUSLOFF, U. (1938): Der Hirschsprung (*Corrigiola litoralis*) auf der Zechenhalde. Natur u. Heimat 1938: 7–8.

STOTT, P. (1981): Historical Plant Geography – An Introduction. London, 151 pp.

STRAHLER, A. H. (2005): Physische Geographie. 3. Aufl. Stuttgart, 686 S.

SUKOPP, H. (1971): Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. **I**. Verbreitung und Vergesellschaftung. Verh. Bot. Ver. Berlin u. Brandenburg **108**: 3–25.

SUKOPP, H. (1979): Naturschutz in der Großstadt. In: GRZIMEK, B. & WEINZIERL, H. (Hrsg.): Die grüne Stadt – Naturschutz in der Großstadt. München, S. 9–18.

SUKOPP, H. (Hrsg.) (1990): Stadtökologie: das Beispiel Berlin. Berlin, 455 S.

SUKOPP, H. (1995): Neophytie und Neophytismus. In: BÖCKER, R., GEBHARDT, H., KONOLD, W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten. Landsberg, S. 3–32.

SUKOPP, H. (2008): The City as a Subject for Ecological Research. In: MARZLUFF, J. M., SHULENBERGER, E., ENDLICHER, W., ALBERTI, M., BRADLEY, G. RYAN, C., SIMON, U. & ZUMBRUNNEN, C. (eds.): Urban Ecology. New York, pp.281–298.

SUKOPP, H., KUNICK, W., RUNGE, M. & ZACHARIAS, F. (1973): Ökologische Charakteristik von Grossstädten, dargestellt am Beispiel Berlins. Verh. Ges. Ökol. **3**: 383–403.

SUKOPP, H. & KUNICK, W. (1976): Höhere Pflanzen als Bioindikatoren in Verdichtungsräumen. In: DOKUMENTATIONSSTELLE DER UNIVERSITÄT HOHENHEIM (Hrsg.): Daten und Dokumente zum Umweltschutz Nr. **19**: 79–98. (Vorträge der Tagung "Umweltforschung" der Universität Hohenheim)

SUKOPP, H. & WITTIG, R. (1998): Stadtökologie. 2. Aufl. Stuttgart u. a., 488 S.

SUKOPP, H. & WURZEL, A. (2003): The Effects of Climate Change on the Vegetation of Central European Cities. Urban Habitats **1**(1): 66–86.

SUKOPP, H. & GERHARDT-DIERCKSEN, A. (2007): Neophyten – ihre Rolle in Flora und Vegetation der Kulturlandschaft. PdN-BioS 2/**56**: 13–19.

TARA, K. & ZIMMERMANN, K. (1997): Brachen im Ruhrgebiet. LÖBF-Mitt. **3**/97: 16–21.

TISCHEW, S. (1996): Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohletagebaukippen. Verh. Ges. Ökol. **26**: 407–416.

TISCHEW, S. & KIRMER, A. (2007): Implementation of Basic Studies in the Ecological Restoration of Surface-Mined Land. Restoration Ecology **15**(2): 321–325.

TRAUTMANN, W. (1972): Potentielle natürliche Vegetation. Deutscher Planungsatlas Bd. 1, Nordrhein-Westfalen Lieferung **3**. Hannover, 27 S. + Erl. u. Karten

UEBING, A. (2004): Floristisch-vegetationskundliche Untersuchungen in nutzungsgeprägten Wäldern des mittleren Ennepetals. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 59 S. + Anhang und Tabellenbeilagen (unveröff.)

UNGEWITTER, R. (1954): Die Begrünung extremer Standorte im Ruhrgebiet. Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft **43**: 74–85.

VERBÜCHELN, G. (1995): Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. Schriftenr. der LÖBF/LAfAO NRW **5**: 8–9.

VOGEL, A. (1997): Die Verbreitung, Vergesellschaftung und Populationsökologie von *Corrigiola littoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae). Diss. Bot. **289**. Berlin u. a., 282 S.

VOGEL, A. & AUGART, P. (1992): Zur Flora und Vegetation des Bundesbahn-Ausbesserungswerkes Witten in Westfalen. Flor. Rundbr. **26**(2): 91–106.

VON DER LIPPE, M. & KOWARIK, I. (2007): Long-distance dispersal by vehicles as driver in plant invasions. Conservation Biology **21**(4): 986–996.

VON DER LIPPE, M. & KOWARIK, I. (2008): Do cities export biodiversity? Traffic as dispersal vector across urban-rural gradients. Diversity and Distributions **14**(1): 18–25.

WEBER, H. E. (Bearb.) (1999): *Rhamno-Prunetea* (H2A) – Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche. Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands Heft **5**: 108 S.

WEHLING, H.-W. (2006): Aufbau, Wandel, und Perspektiven der industriellen Kulturlandschaft des Ruhrgebiets. Geogr. Rundschau **58**(1): 15–19.

WEIHRAUCH, N. (1999): Flora und Vegetation auf Restflächen des Bergbaus. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik. Bochum, 124 S. + Anhänge u. Tabellenbeilagen (unveröff.)

WEISS, J. (2003a): Industriewald Ruhrgebiet – Daueruntersuchungen zur Sukzession auf Industriebrachen. In: ARLT, G., KOWARIK, I., MATHEY, J. & REBELE, F. (Hrsg.): Urbane Innenentwicklung in Ökologie und Planung. IÖR-Schriften Bd. **39**: 139–147.

WEISS, J. (2003b): "Industriewald Ruhrgebiet". Freiraumentwicklung durch Brachen-sukzession. LÖBF-Mitt. **1**/03: 55–59.

WEISS, J. (2003c): Rückkehr der Natur Industriebrachen: Sukzession zum Postindustriewald. Tagungsband der internationalen Fachtagung "Urwald in der Stadt – Postindustrielle Stadtlandschaften von Morgen". Institut für Ökologie der TU Berlin & Projekt Industriewald Ruhrgebiet, Dortmund 16.-18.10.2003, S. 18.

WEISS, J. (2007): Industriewald Ruhrgebiet – Ökologische Begleituntersuchung. In: OTTO, K.-H. (Hrsg.): Industriewald als Baustein postindustrieller Stadtlandschaften. Interdisziplinäre Ansätze aus Theorie und Praxis am Beispiel des Ruhrgebietes. Materialien z. Raumordnung **70**: 13–20.

WEISS, J. & SCHÜTZ, P. (1997): Effizienzkontrollen im Rahmen der Entwicklung von Industriebrachen. LÖBF-Mitt. **3**/97: 22–27.

WEISS, J., BURGHARDT, W., GAUSMANN, P., HAAG, R., HAEUPLER, H., HAMANN, M., LEDER, B., SCHULTE, A. & STEMPELMANN, I. (2005): Nature Returns to Abandoned Industrial Land: Monitoring Succession in Urban-Industrial Woodlands in the German Ruhr-Region. In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (eds.): Wild Urban Woodlands. Berlin, Heidelberg, pp. 143–162.

WIGGERING, H. (1984): Mechanismen bei der Verwitterung aufgehaldeter Sedimente (Berge) des Oberkarbons. Diss. Univ. (GHS) Essen. Essen, 230 S. (unveröff.)

WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.) (1991): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes. Wiesbaden, 246 S.

WILMANNS, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. 6. Aufl. Stuttgart, 479 S.

WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. Stuttgart, 552 S.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen. Stuttgart, 765 S.

WITTIG, R. (1989): Methodische Probleme bei der Bestandsaufnahme der spontanen Vegetation und Flora in Städten. Braun-Blanquetia (Camerino) **3**: 21–28.

WITTIG, R. (1991a): Ökologie der Großstadtflora. 2. Aufl. Stuttgart, 261 S.

WITTIG, R. (1991b): Biozönotische Veränderungen in Wäldern von Industriegebieten. Annali Bot. **49**: 175−183.

WITTIG, R. (1998): Flora und Vegetation. In: SUKOPP, H. & WITTIG, R. (Hrsg.): Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis. 2. Aufl. Stuttgart: 219-265.

WITTIG, R. (2002a): Siedlungsvegetation. Stuttgart, 252 S.

WITTIG, R. (2002b): Farne auf hessischen Bahnhöfen. Flor. Rundbr. **36**(1/2): 45−50.

WITTIG, R. (2008): Die häufigsten spontanen Gehölzarten von Bahnhöfen des Ballungsraumes Rhein-Ruhr. Decheniana **161**: 7−10.

WITTIG, R., DIESING, D. & GÖDDE, M. (1985): Urbanophob-Urbanoneutral-Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. Flora **177**: 265–282.

WITTIG, R. & LIENENBECKER, H. (2002): *Asplenium ceterach* L. und weitere Farne auf Bielefelder Bahnhöfen. Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld **42**: 371–382.

WITTIG, R. & WITTIG, M. (2007): *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ – the first (semi)ruderal orchid species of Central Europe. Feddes Repertorium **118**: 46-50.

ZEITZ, W.-D. (1965): Vegetationskundliche Erhebungen über den natürlichen Bewuchs und die künstliche Begrünung der Bergehalden II/VI/IX und III/V des Steinkohlen-Bergwerkes Graf Bismarck in Gelsenkirchen-Buer. Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **27**(2): 35 S.

ZERBE, S. & SUKOPP, H. (1995): Gehören Forste zur Vegetation? Definition und Abgrenzung eines vegetationskundlichen und kulturhistorischen Begriffes. Tuexenia **15**: 11−24.

ZIEGLER, H. (1958): Die Bedeutung der Knöllchenbakterien für den Stickstoffhaushalt der Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) Arch. Forstwesen **7**: 352−369.

ZÜGHART, W., DRENGEMANN, H., GRAZIANSKI, P., MISSKAMPF, R. & ZIMMERMANN, F. (1996): Die spontane Gehölzflora der Bremer Häfen. Abh. Naturwiss. Verein Bremen **43**/2 (Festschrift Hermann Cordes): 537−550.

Anhang I: Anmerkungen zu einzelnen Sippen

Da eine Vielzahl der in den untersuchten Industriewäldern aufgetretenen Sippen nur vegetativ vorgefunden wurden, und dementsprechend für die exakte Bestimmung dieser Sippen wichtige generative Merkmale häufig nicht vorhanden waren, wurde ein Teil der nachgewiesenen Höheren Pflanzen entweder in Artengruppen bzw. Sammelarten (Aggregate) zusammengefasst oder mit der Bezeichnung "s.l." (= im weiteren Sinne) versehen. Auch einige seltene in den Industriewäldern aufgetretene verwilderte Zierpflanzen, bei denen es sich nicht selten um künstlich gezüchtete Hybriden oder Sorten handelt, sollen hier näher erläutert werden, da sie in den meisten gängigen Florenwerken nicht aufgelistet oder beschrieben sind.

***Ajuga reptans* "Atropurpurea" (Kriechender Günsel, rotblättrige Form):**
Hierunter wird die im Gartenhandel erhältliche, durch intensiv rotbraun überlaufene Blätter gekennzeichnete Form verstanden, welche häufig als Bodendecker verwendet wird (DÜLL & KUTZELNIGG 2005). Auch *Ajuga reptans* s.str. kann durch Anthocyane rot gefärbt sein, die im Gartenhandel angebotenen Sorten sind jedoch durch Anthocyananreicherung noch intensiver rot gefärbt als die wild wachsenden Individuen.

***Cotoneaster rehderi* (Rehder´s Zwergmispel):**
Die Sippe wird meist fälschlicherweise als *C. bullatus* (Runzlige Zwergmispel) angesprochen, jedoch handelt es sich bei dieser um eine kleinblättrige Sippe mit weniger Blattnervpaaren (6-8 bei *C. bullatus* i.e.S.) als bei *C. rehderi*. Bei *C. rehderi* handelt es sich dagegen um eine großblättrige Sippe (Blatt 5-15 cm lang, 2,5-8 cm breit) mit meist mehr als 8 Blattnervpaaren (vgl. JOHN & FRANK 2008).

***Crataegus monogyna* s.l. (Eingriffliger Weißdorn i.w.S.):**
Unter dieser Sippe wurden alle Individuen der Gattung *Crataegus* mit stark eingeschnittenen Blättern (i. d. R. bis über die Blattmitte) kartiert. Da sich *Crateagus*-Sippen nur sicher mit reifen Früchten determinieren lassen (vgl. *Rosa canina* s.l.), die Individuen aber fast ausschließlich ohne Früchte in den Vegetationsaufnahmen auftraten, wurden diese in einer *Crataegus monogyna* s.l.-Gruppe zusammengefasst. Vermutlich verbergen sich hierunter auch eine nicht unbeträchtliche Anzahl an Hybriden, an denen *C. monogyna* s.str. beteiligt ist, wie z. B. *C. ×subsphaericea*, *C. ×macrocarpa* u. a.

***Dryopteris borreri* (Schuppiger Wurmfarn):**
Nach heutigem Kenntnisstand umfasst der apomiktische *Dryopteris affinis*-Komplex in Mitteleuropa vier verschiedene cytologische Sippen mit unterschiedlichen Genomgrößen bzw. Ploidiestufen, nämlich *Dryopteris affinis* s.str. (2n), *D. borreri* (3n), *D. cambrensis* (4n) sowie *D. pseudodisjuncta* (5n) (EKRT & al. 2009). Die in der Untersuchungsfläche "Landschaftspark Pluto-Wilhelm" aufgetretene Einzelpflanze wurde von RONNIE VIANE (Gent, Belgien) cytologisch untersucht, es handelte sich nachweislich um die triploide Sippe des *Dryopteris affinis*-Komplexes, welche als *Dryopteris borreri* in der Florenliste von Nordrhein-Westfalen aufgelistet ist (vgl. RAABE & al. 2011).

***Epilobium ×interjectum* (Gesägtes Weidenröschen):**
Die Sippe umfasst alle Hybriden zwischen der nichteinheimischen Sippe *Epilobium ciliatum* und der indigenen Sippe *E. montanum*.

Hieracium piloselloides **agg. (Artengruppe Florentiner Habichtskraut):**
Häufig wurden Individuen aus dieser Artengruppe in den Industriewäldern nur vegetativ in Form von Blattrosetten angetroffen, so dass eine genauere Determination auf Ebene von Kleinarten nicht möglich war. Daher wurden sämtliche aufgetretene Individuen in einer Artengruppe Florentiner Habichtskraut zusammengefasst.

Hieracium sabaudum **agg. (Artengruppe Savoyer Habichtskraut):**
Auch Vertreter dieser Artengruppe traten in den Vegetationsaufnahmen häufig rein vegetativ auf, was eine genaue Determination unmöglich machte. Das Aggregat umfasst im Untersuchungsgebiet z. B. die weit verbreitete Sippe *H. lugtunense* mit schwarzen Griffeln.

Hypericum ×desetangsii **(Desetang´s Johanniskraut):**
Natürliche Hybride zwischen *Hypericum perforatum* und *H. maculatum* ssp. *dubium.*

Leucanthemum vulgare **agg. (Artengruppe Wiesen-Margerite, Gew. Wucherblume):**
Die Verbreitung der beiden in NRW bisher sicher nachgewiesenen Sippen *Leucanthemum ircutianum* und *L. vulgare* s.str. ist noch nicht hinreichend geklärt. Daher wird hier im Rahmen dieser Arbeit zwischen beiden Sippen nicht näher differenziert (vgl. RAABE & al. 2011).

Oenothera parviflora **agg. (Artengruppe Kleinblütige Nachtkerze):**
Die Vertreter der Gattung *Oenothera* sind zumeist zweijährige (bienne) Rosettenpflanzen. Individuen aus diesem Aggregat traten in den Vegetationsaufnahmen meist im Stadium des ersten Jahres vegetativ in Form von Blattrosetten auf, was eine sichere Ansprache auf Grund des Fehlens von Blüten und Infloreszenzen unmöglich machte. Nach OBERDORFER (1994) lassen sich jedoch solche Pflanzen der Gattung *Oenothera*, deren Blattrosette des ersten Jahres dem Boden angedrückt ist, der *Oe. biennis*-Gruppe und solche Pflanzen, deren Blattrosetten des ersten Jahres vom Boden abstehen, der *Oe. parviflora*-Gruppe zuordnen. Da sämtliche Individuen in den Vegetationsaufnahmen durch abstehende Blattrosetten gekennzeichnet waren, wurden diese in eine Artengruppe Kleinblütige Nachtkerzen vereint

Paeonia officinalis **s.l. (Garten-Pfingstrose i.w.S.):**
In Mitteleuropa umfasst die Sippe verschiedene Kultursorten, welche selten verwildern (OBERDORFER 1994). In den Vegetationsaufnahmen ebenfalls nur vegetativ auftretend, Verwilderung höchstwahrscheinlich passiv durch weggeworfene Gartenabfälle.

***Philadelphus*-Hybride (Pfeifenstrauch-Hybride, "Falscher Jasmin"):**
Hinter den gelegentlich verwildernden *Philadelphus*-Hybriden verbergen sich zumeist künstlich gezüchtete Hybriden aus der südosteuropäischen Sippe *Philadelphus coronarius* s.str. sowie weiteren, aus Asien oder Nordamerika stammenden und im Ruhrgebiet häufig als Zierpflanzen kultivierten Sippen.

Populus balsamifera **agg. (Artengruppe Balsam-Pappel):**
Diese Sippe trat in einer einzelnen Vegetationsaufnahme als Kulturrelikt (Ergasiolipophyt) in Form eines nichtblühenden und nichtfruchtenden Einzelexemplars auf. Zumeist werden Balsam-Pappeln forstlich angepflanzt, seltener finden sie Verwendung als Park- oder Straßenbaum. Die Kultivare stellen oftmals komplexe Hybriden aus verschiedenen Sippen dar, an deren Bildung unter anderem Pappeln der Sektion *Tacamahaca*, *Populus trichocarpa* und andere Sippen beteiligt sind (vgl. Kap. 8.1.8). Die alleinige Bestimmung dieser Sippen anhand von Blattmerkmalen gestaltet sich häufig schwierig bis unmöglich (KOLTZENBURG 1999), so dass eine Zuordnung zu dieser Artengruppe vorgenommen wurde.

***Prunus laurocerasus* s.l. (Kirschlorbeer i.w.S.):**
Die *Prunus laurocerasus*-Gruppe umfasst eine Vielzahl von verschiedenen, in Kultur befindlichen Hybriden und Sorten mit meist sehr unterschiedlicher Wuchsform, vor allem was die Gestalt der Blätter anbelangt. Bei dem in einer Vegetationsaufnahme vom Sammelbahnhof Frintrop aufgetretenen Exemplar handelte es sich um eine schmalblättrige Sippe.

***Quercus ×rosacea* (Bastard-Eiche):**
Natürlich entstandene Hybride zwischen *Quercus robur* und *Q. petraea*.

***Rosa canina* s.l. (Hunds-Rose i.w.S.):**
Wie in der Gattung *Crataegus* (Rosaceae) lassen sich die verschiedenen Kleinarten des *Rosa canina*-Komplexes nur anhand reifer Früchte sicher bestimmen. In der Strauch- und Krautschicht der durch Beschattung gekennzeichneten Industriewälder traten Individuen aus der *Rosa canina*-Gruppe fast immer nur vegetativ in den Beständen auf. Im Untersuchungsgebiet kommen die beiden indigenen Sippen *Rosa canina* s.str. (Hunds-Rose i.e.S.) als auch *Rosa subcanina* (Mittelgebirgs-Rose) vor, so dass im Rahmen dieser Arbeit zwischen diesen nicht unterschieden wurde.

***Rubus corylifolius* agg. (Artengruppe Haselblatt-Brombeeren):**
Apomiktische Brombeeren gehören zu einer der am stärksten repräsentierten Pflanzengruppen in spontan entstandenen Vorwäldern, sowohl in der Natur- als auch der Kultur- und Industrielandschaft. Vielfach wurden Exemplare der Gattung *Rubus* nur vegetativ ohne Blüten und ohne für eine sichere Bestimmung geeignete Schösslinge in den Industriewäldern angetroffen. Dennoch konnte zumindest eine Differenzierung zwischen den beiden Artengruppen *R. corylifolius* agg. und *R. fruticosus* agg. vorgenommen werden. Vertreter der Artengruppe Haselblattbrombeeren zeichnen sich durch zumeist kurz gestielte, sich oft randlich deckende Blätter sowie schmale bis mäßig breite Nebenblätter aus (HAEUPLER & MUER 2007).

***Rubus fruticosus* agg. (Artengruppe Echte Brombeeren):**
Im Gegensatz zur Artengruppe der Haselblatt-Brombeeren zeichnen sich Vertreter dieser Artengruppe durch meist lang gestielte, sich nicht deckende Blätter und fädige, dünne Nebenblätter aus. Alle in den Vegetationsaufnahmen angetroffenen Individuen, welche sich anhand dieser Merkmale eindeutig der Artengruppe zuordnen ließen, wurden in dieser Artengruppe vereint.

***Rubus ×dumetorum* (Hecken-Brombeer-Hybride):**
Umfasst Primärhybriden zwischen *Rubus caesius* (Kratz-Beere) und Vertretern aus dem *Rubus corylifolius* agg. (Artengruppe Haselblatt-Brombeeren).

***Viola reichenbachiana* agg. (Artengruppe Wald-Veilchen):**
Sippen aus dem *Viola reichenbachiana* agg. lassen sich steril nicht sicher determinieren. Da die in den Vegetationsaufnahmen angetroffenen Exemplare dieser Artengruppe stets ohne Blüten auftraten, wurden die Sippen zwanglos in diesem Aggregat vereint. Das *Viola reichenbachiana* agg. umfasst im Untersuchungsgebiet vier Sippen, nämlich *V. riviniana*, *V. reichenbachiana* s.str., die Hybride *V. ×bavarica* und *V. nemorosa*.

<u>Anhang II</u>: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	Deutscher Name	Lebensform	Einwanderungszeit	Einwanderungsweise	Einbürgerungsgrad	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westflische Bucht
1	*Acer campestre*	Feld-Ahorn, Gewöhnlicher Maßholder	P	I, NN	EPG	AG	III	X	X
2	*Acer ginnala*	Feuer-Ahorn, Mongolischer Ahorn	P	CO	EPG	S	I	X	X
3	*Acer platanoides*	Spitz-Ahorn	P	N	EPG/AK	AG	III	X	X
4	*Acer platanoides* "Crimson King"	Spitz-Ahorn, rotblättrige Sorte	P	CO	EPG	S	I		X
5	*Acer pseudoplatanus*	Berg-Ahorn	P	N	EPG/AK	AG	IV	X	X
6	*Acer pseudoplatanus* "Purpureum"	Berg-Ahorn, rotblättrige Form	P	NN	EPG	AG	I	X	X
7	*Acer saccharinum*	Silber-Ahorn	P	NN	EPG	S	I	X	
8	*Achillea millefolium*	Artengruppe Wiesen-Schafgarbe	H	I			I	X	X
9	*Aegopodium podagraria*	Giersch	G	I			I		X
10	*Aesculus hippocastanum*	Gewöhnliche Roßkastanie	P	N	EGP	EÖ	I	X	X
11	*Agrimonia eupatoria*	Kleiner Odermennig	H	I			I	X	X
12	*Agropyron repens*	Kriech-Quecke	G	AN			I		X
13	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras	H	I			II	X	X
14	*Agrostis gigantea*	Riesen-Straußgras	H	I			I		X
15	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras	H	I			I	X	X
16	*Ailanthus altissima*	Götterbaum	P	NN	EPG	AG	I	X	X
17	*Aira praecox*	Frühe Haferschmiele	T	I			I		X
18	*Ajuga reptans* "Atropurpurea"	Kriechender Günsel, rotblättrige Form	H	CO	EPG	S	I		X
19	*Ajuga reptans* s.str.	Kriechender Günsel i. e. S.	H	I			I		X
20	*Alchemilla mollis*	Weicher Frauenmantel	H	CO	EPG	S	I		X
21	*Alliaria petiolata*	Knoblauchsrauke, Lauchhederich	H	I			I	X	X
22	*Alnus cordata*	Herzblättrige Erle, Italienische Erle	P	NN	EPG	S	I		X
23	*Alnus glutinosa*	Schwarz-Erle	P	I			I	X	X
24	*Alnus incana*	Grau-Erle	P	N	EPG	AG	I	X	X
25	*Amelanchier lamarckii*	Kupfer-Felsenbirne	NP	AN			II	X	X
26	*Anemone nemerosa*	Busch-Windröschen	G	I			I		X
27	*Arabidopsis thaliana*	Acker-Schmalwand	T	A	AK	EÖ	I	X	X
28	*Arctium minus*	Kleine Klette	H	I			I		X
29	*Arenaria serpyllifolia*	Quendelblättriges Sandkraut	C	I			I	X	X
30	*Armoracia rusticana*	Meerretich	G	N	EPG	EÖ	I		X
31	*Arrhenatherum elatius*	Glatthafer	H	N	AK	AG	I	X	X
32	*Artemisia vulgaris*	Gewöhnlicher Beifuß	H	I			I	X	X
33	*Arum maculatum*	Gefleckter Aronstab	G	I			I		X
34	*Athyrium filix-femina*	Wald-Frauenfarn	H	I			I	X	X
35	*Berberis julianae*	Julianes Berberitze	NP	CO	EPG	S	I		X
36	*Berberis thunbergii*	Thunbergs Berberitze	Np	CO	EPG	S	I		X
37	*Betula pendula*	Hänge-Birke, Weiß-Birke	P	I			V	X	X
38	*Betula ×aurata*	Bastard-Birke	P	I			III	X	X
39	*Brachypodium sylvaticum*	Wald-Zwenke	H	I			I		X
40	*Bromus inermis*	Unbewehrte Trespe	H	N	XE	AG	I		X
41	*Bromus sterilis*	Taube Trespe	T	A	XE	EÖ	I		X
42	*Bromus tectorum*	Dach-Trespe	T	N	XE	EÖ	I	X	
43	*Bryonia dioica*	Rote Zaunrübe	Li(H)	I			I	X	X
44	*Buddleya davidii*	Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch	NP	NN	EPG	AG	I	X	X
45	*Calamagrostis epigejos*	Land-Reitgras	H	I			II	X	X
46	*Calystegia sepium*	Zaun-Winde	Li(H)	I			I		X
47	*Campanula rapunculus*	Rapunzel-Glockenblume	H	N	XE/AK	EÖ	I	X	X
48	*Campanula rotundifolia*	Rundblättrige Glockenblume	H	I			I		X
49	*Capsella bursa-pastoris*	Gewöhnliches Hirtentäschel	T	A	XE	EÖ	I	X	
50	*Caragana arborescens*	Erbsenstrauch	NP	CO	EPG	S	I	X	
51	*Cardamine flexuosa*	Wald-Schaumkraut	T	I			I	X	X
52	*Cardamine hirsuta*	Behaartes Schaumkraut	T	I			I	X	X

Forts. Anhang II: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

53	*Cardaminopsis arenosa*	Sand-Kresse	H	I			I		X
54	*Carduus acanthoides*	Weg-Distel, Stachel-Distel	H	NN	XE/AK	AG	I	X	X
55	*Carex disticha*	Zweizeilige Segge	G	I			I		X
56	*Carex hirta*	Behaarte Segge	G	I			I	X	X
57	*Carex leporina*	Hasenpfoten-Segge	H	I			I		X
58	*Carex muricata* s.str.	Sparrige Segge	H	I			I		X
59	*Carex otrubae*	Falsche Fuchs-Segge	H	I			I	X	X
60	*Carex pendula*	Große Segge, Hänge-Segge	H	CO	EPG	AG	I	X	
61	*Carex pilulifera*	Pillen-Segge	H	I			I		X
62	*Carex remota*	Winkel-Segge	H	I			I		X
63	*Carex spicata*	Speerfrüchtige Segge	H	I			I	X	X
64	*Carex sylvatica*	Wald-Segge	H	I			I		X
65	*Carpinus betulus*	Hain-Buche, Weiß-Buche	P	I			II	X	X
66	*Castanea sativa*	Edelkastanie, Esskastanie	P	A, CO	EPG	S	I		X
67	*Cerastium glomeratum*	Knäuel-Hornkraut	T	A	XE	EÖ	I		X
68	*Cerastium holosteoides* var. *vulgare*	Gewöhnliches Hornkraut	C	I			I	X	X
69	*Cerastium semidecandrum*	Fünfmänniges Hornkraut	T	I			I		X
70	*Cerastium tomentosum*	Filziges Hornkraut	C	CO	EPG	S	I		X
71	*Chaerophyllum temulum*	Hecken-Kälberkropf	H	I			I		X
72	*Chelidonium majus*	Großes Schöllkraut	H	A	XE/AK	AG	I	X	
73	*Circaea lutetiana*	Gewöhnliches Hexenkraut	G	I			I	X	X
74	*Cirsium arvense*	Acker-Kratzdistel	G	I			I	X	X
75	*Cirsium palustre*	Sumpf-Kratzdistel	H	I			I		X
76	*Cirsium vulgare*	Gewöhnliche Kratzdistel	H	I			I	X	X
77	*Clematis vitalba*	Weiße Waldrebe	Li(P)	I			I	X	X
78	*Convallaria majalis*	Maiglöckchen	G	I			I		X
79	*Conyza canadensis*	Kanadisches Berufkraut	T	N	XE	EÖ	I	X	
80	*Cornus mas*	Gelber Hartriegel, Kornelkirsche	MP	CO	EPG	S	I		X
81	*Cornus sanguinea*	Roter Hartriegel	MP	NN	EPG	AG	IV	X	X
82	*Cornus sericea*	Weißer Hartriegel	MP	CO	EPG	S	II	X	X
83	*Corylus avellana*	Hasel-Nuß	MP	I			III	X	X
84	*Corylus colurna*	Baum-Hasel	P	CO	EPG	S	I		X
85	*Corylus maxima*	Lamberts-Nuß	MP	CO	EPG	S	I	X	
86	*Cotoneaster dielsianus*	Graue Strauchmispel	NP	CO	EPG	S	I		X
87	*Cotoneaster divaricatus*	Sparrige Strauchmispel	NP	CO	EPG	EÖ	I	X	X
88	*Cotoneaster hjelmqvistii*	Hjelmqvists Strauchmispel	NP	CO	EPG	S	I	X	X
89	*Cotoneaster horizontalis*	Fächer-Zwergmispel	NP	CO	EPG	EÖ	I	X	X
90	*Cotoneaster moupinensis*	Moupin-Zwergmispel	NP	CO	EPG	S	I		X
91	*Cotoneaster rehderi*	Rehders Zwergmispel	NP	CO	EPG	S	I	X	X
92	*Cotoneaster salicifolius*	Weidenblättrige Strauchmispel	MP	CO	EPG	S	I	X	
93	*Cotoneaster ×suecicus*	Fruchtende Kriechmispel	NP	CO	EPG	S	I	X	X
94	*Crataegus laevigata*	Zweigriffliger Weißdorn	P	I			I	X	X
95	*Crataegus monogyna* s.l.	Eingriffliger Weißdorn i.e.S.	P	I			IV	X	X
96	*Crataegus pedicellata*	Scharlachroter Weißdorn	MP	CO	EPG	S	I		X
97	*Crataegus persimilis*	Pflaumenblättriger Weißdorn	MP	CO	EPG	EÖ	I	X	X
98	*Dactylis glomerata*	Knäuel-Gras	H	I			II	X	X
99	*Daucus carota*	Wilde Möhre	H	I			I	X	X
100	*Deschampsia cespitosa*	Rasen-Schmiele	H	I			I	X	X
101	*Deschampsia flexuosa*	Draht-Schmiele	H	I			I	X	X
102	*Digitalis purpurea*	Roter Fingerhut	H	N	AK	EÖ	I	X	X
103	*Dryopteris boreri*	Spreuschuppiger Wurmfarn i.w.S.	H	I			I		X
104	*Dryopteris carthusiana*	Dorniger Wurmfarn	H	I			I	X	X
105	*Dryopteris dilatata*	Breiter Wurmfarn	H	I			I	X	X
106	*Dryopteris filix-mas*	Männlicher Wurmfarn	H	I			II	X	X
107	*Duchesnia indica*	Indische Scheinerdbeere	H	NN	EPG	AG	I	X	
108	*Echium vulgare*	Gewöhnlicher Natternkopf	H	A	XE	EÖ	I		X
109	*Eleagnus angustifolia*	Schmalblättrige Ölweide	MP	CO	EGL	S	I	X	
110	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen	H	I			III	X	X
111	*Epilobium ciliatum*	Drüsiges Weidenröschen	H	NN	XE/AK	AG	II	X	X
112	*Epilobium hirsutum*	Behaartes Weidenröschen	H	I			I		X
113	*Epilobium lanceolatum*	Lanzettblättriges Weidenröschen	H	I			I		X

<u>Forts. Anhang II</u>: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

114	*Epilobium montanum*	Berg-Weidenröschen	H	I			II	X	X
115	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen	H	I			I	X	X
116	*Epilobium tetragonum*	Vierkantiges Weidenröschen	H	I			I	X	X
117	*Epilobium ×interjectum*	Gesägtes Weidenröschen	H	AN			I		X
118	*Epipactis helleborine*	Breitblättrige Sumpfwurz	G	I			II	X	X
119	*Equisetum arvense*	Acker-Schachtelhalm	G	I			I	X	X
120	*Erigeron annuus*	Einjähriges Berufkraut	H	NN	AK	EÖ	I	X	
121	*Erophila verna*	Frühlings-Hungerblümchen	T	I			I		X
122	*Euonymus europaeus*	Gewöhnliches Pfaffenhütchen	NP	I, NN	EPG	AG	I	X	X
123	*Eupatorium cannabinum*	Wasserdost	H	I			I	X	X
124	*Fagus sylvatica*	Rot-Buche	P	I			I	X	X
125	*Fallopia convolvulus*	Acker-Windenknöterich	Li(T)	A	XE	EÖ	I		X
126	*Fallopia dumetorum*	Hecken-Windenknöterich	Li(T)	I			I		X
127	*Fallopia japonica*	Japanischer Staudenknöterich	G	NN	EPG	AG	I	X	X
128	*Festuca arundinacea*	Rohr-Schwingel	H	I			I		X
129	*Festuca brevipila*	Rauhblättriger Schwingel	H	NN	EPG	EÖ	I		X
130	*Festuca pratensis*	Wiesen-Schwingel	H	I			I	X	X
131	*Festuca rubra* ssp. *rubra*	Rot-Schwingel	H	I			I		X
132	*Fragaria vesca*	Wald-Erdbeere	H	I			II	X	X
133	*Fragaria ×ananassa*	Garten-Erdbeere	H	CO	EPG	S	I	X	X
134	*Frangula alnus*	Faulbaum	NP	I			I		X
135	*Fraxinus excelsior*	Gewöhnliche Esche	P	I			IV	X	X
136	*Fraxinus excelsior* f. *monophylla*	Gewöhnliche Esche, einblättrige Form	P	I, CO	EPG	S	I	X	X
137	*Galeopsis tetrahit*	Stechender Hohlzahn	T	I			I	X	X
138	*Galium album*	Großblütiges Wiesen-Labkraut	H	I			I	X	X
139	*Galium aparine*	Kleb-Labkraut, Klettkraut	Li(T)	I			I	X	X
140	*Galium odoratum*	Waldmeister	H	CO	EPG	S	I		X
141	*Galium verum*	Echtes Labkraut	H	I, NN	EPG	S	I		X
142	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel	H	I			I	X	X
143	*Geum urbanum*	Stadt-Nelkenwurz	H	I			II	X	X
144	*Glechoma hederacea*	Gewöhnlicher Gundermann	H	I			I	X	X
145	*Hedera helix*	Efeu	Li(P)	I			I	X	X
146	*Heracleum sphondylium*	Wiesen-Bärenklau	H	I			I		X
147	*Hesperis matronalis*	Gewöhnliche Nachtviole	H	N	EPG	AG	I		X
148	*Hieracium aurantiacum*	Orangefarbenes Habichtskraut	H	CO	EPG	AG	I	X	X
149	*Hieracium caespitosum*	Wiesen-Habichtskraut	H	I			I		X
150	*Hieracium lachenalii*	Gewöhnliches Habichtskraut	H	I			I	X	X
151	*Hieracium laevigatum*	Glattes Habichtskraut	H	I			I		X
152	*Hieracium pilosella*	Mausohr-Habichtskraut	H	I			I	X	X
153	*Hieracium piloselloides* agg.	Artengruppe Florentiner Habichtskraut	H	I			I	X	X
154	*Hieracium sabaudum* agg.	Artengruppe Savoyer Habichtskraut	H	I			I	X	X
155	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras	H	I			III	X	X
156	*Humulus lupulus*	Hopfen	Li(H)	I			I	X	X
157	*Hypericum maculatum*	Geflecktes Johanniskraut	H	I			I		X
158	*Hypericum perforatum*	Tüpfel-Johanniskraut	H	I			II	X	X
159	*Hypericum ×desetangsii*	Desetang´s Johanniskraut	H	I			I	X	X
160	*Hypochaeris radicata*	Gewöhnliches Ferkelkraut	H	I			I		X
161	*Ilex aquifolium*	Stechpalme, Hülse	P	I			I	X	X
162	*Impatiens parviflora*	Kleinblütiges Springkraut	T	N	XE	AG	I		X
163	*Inula conyzae*	Dürrwurz	H	I			I	X	X
164	*Juglans regia*	Walnuß	P	A, CO	EPG	S	I	X	X
165	*Juncus effusus*	Flatter-Binse	H	I			I	X	X
166	*Juncus inflexus*	Blaugrüne Binse	H	I			I	X	X
167	*Juncus tenuis*	Zarte Binse	H	NN	XE	EÖ	I	X	X
168	*Kerria japonica*	Japanische Goldranunkel	NP	CO	EGL	S	I	X	
169	*Laburnum anagyroides*	Goldregen	P	CO	EPG	S	I	X	
170	*Lactuca serriola*	Kompaß-Lattich	H	N	XE/AK	EÖ	I	X	
171	*Lamium album*	Weiße Taubnessel	H	A	XE/AK	AG	I		X
172	*Lamium argentatum*	Silberblättrige Goldnessel	C	N	EPG	AG	I		X
173	*Lamium maculatum*	Gefleckte Taubnessel	H	I			I	X	
174	*Lapsana communis*	Gewöhnlicher Rainkohl	H	I			I	X	X

Forts. Anhang II: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

175	*Lathyrus pratensis*	Wiesen-Platterbse	Li(H)	I			I		X
176	*Lepidium virginicum*	Virginische Kresse	T	NN	XE	AG	I		X
177	*Leucanthemum vulgare* agg.	Artengruppe Wiesen-Margerite	H	I			I		X
178	*Ligustrum ovalifolium*	Ovalblättriger Liguster	NP	NN	EPG	S	I	X	X
179	*Ligustrum vulgare*	Gewöhnlicher Liguster	NP	N	EPG	AG	II	X	X
180	*Linaria vulgaris*	Gewöhnliches Leinkraut	H	I			I	X	X
181	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras	H	I			I	X	X
182	*Lonicera henryi*	Immergrünes Geißblatt	Li(P)	CO	EPG	S	I		X
183	*Lonicera ledebourii*	Ledebour´s Heckenkirsche	NP	CO	EPG	S	I		X
184	*Lonicera periclymenum*	Wald-Geißblatt	Li(P)	I			I	X	X
185	*Lonicera pileata*	Immergrüne Kriech-Heckenkirsche	NP	CO	EPG	S	I		X
186	*Lonicera tatarica*	Tatarische Heckenkirsche	NP	CO	EPG	S	I		X
187	*Lonicera xylosteum*	Rote Heckenkirsche	NP	N	EPG	S	II	X	X
188	*Lotus corniculatus* var. *sativus*	Gewöhnlicher Hornklee, Saatsippe	H	CO	EPG	S	I		X
189	*Luzula multiflora*	Vielblütige Hainsimse	H	I			I	X	X
190	*Lycopus europaeus*	Ufer-Wolfstrapp	H	I			I	X	X
191	*Lysimachia nummularia*	Pfennig-Gilbweiderich	C	I, CO	EPG	AG	I	X	X
192	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich	H	I			I		X
193	*Mahonia aquifolium*	Mahonie	NP	N	EPG	AG	I	X	X
194	*Malus domestica*	Kultur-Apfel	P	N	EPG	EÖ	I	X	X
195	*Malus toringo*	Toringo-Apfel	MP	CO	EPG	S	I	X	X
196	*Matteuccia struthiopteris*	Straußfarn	H	CO	EPG	S	I		X
197	*Medicago lupulina*	Hopfen-Klee	T	I			I	X	X
198	*Melilotus officinalis*	Gelber Steinklee	H	A	XE/AK	AG	I		X
199	*Mespilus germanica*	Deutsche Mispel, Echte Mispel	MP	A	EPG	AG	I		X
200	*Milium effusum*	Flatter-Gras, Wald-Hirse	H	I			I		X
201	*Moehringia trinervia*	Dreinervige Nabelmiere	H	I			I		X
202	*Mycelis muralis*	Mauer-Lattich	H	I			I	X	X
203	*Myosotis arvensis*	Acker-Vergißmeinnicht	T	A	XE	EÖ	I	X	X
204	*Myosotis ramosissima*	Hügel-Vergißmeinnicht	T	A	XE	EÖ	I		X
205	*Oenothera parviflora* agg.	Artengruppe Kleinblütige Nachtkerze	H	NN	XE/AK	EÖ	I	X	X
206	*Oenothera fallax*	Täuschende Nachtkerze	H	AN			I	X	X
207	*Oenothera issleri*	Issler´s Nachtkerze	H	AN			I	X	X
208	*Origanum vulgare*	Gewöhnlicher Dost	C	I			I		X
209	*Paeonia officinalis* s.l.	Garten-Pfingstrose i.w.S.	G	CO	EPG	S	I		X
210	*Parthenocissus inserta*	Fünfzähliger Wein	Li(P)	CO	EPG	S	I	X	X
211	*Parthenocissus tricuspidata*	Dreizähliger Wein	Li(P)	CO	EPG	S	I		X
212	*Pastinaca sativa*	Pastinak	H	N	XE/AK	EÖ	I	X	X
213	*Persicaria amphibia* var. *terrestre*	Wasserknöterich, Landvarietät	H	I			I		X
214	*Persicaria hydropiper*	Wasserpfeffer	T	I			I		X
215	*Phalaris arundinacea*	Rohr-Glanzgras	G	I			I		X
216	*Philadelphus*-Hybride	Pfeifenstrauch-Hybride	NP	CO	EPG	S	I	X	X
217	*Phleum pratense*	Wiesen-Lieschgras	H	I			I		X
218	*Phragmites australis*	Schilfrohr, Schilf	G	I			I		X
219	*Phyllostachys aureosulcata*	Gelbrohrbambus	G	CO	EPG	U	I	X	
220	*Picea abies*	Fichte	P	N	EPG	EÖ	I		X
221	*Picris hieracioides*	Habichtskrautähnliches Bitterkraut	H	I			I		X
222	*Pinus sylvestris*	Wald-Kiefer, Föhre	P	N	EPG	EÖ	I	X	X
223	*Plantago lanceolata*	Spitz-Wegerich	H	I			I		X
224	*Poa angustifolia*	Schmalblättriges Wiesen-Rispengras	H	I			II	X	X
225	*Poa annua*	Einjähriges Rispengras	T	I			I	X	X
226	*Poa compressa*	Platthalm-Rispengras	H	A	XE	EÖ	I	X	X
227	*Poa nemoralis*	Hain-Rispengras	H	I			II	X	X
228	*Poa palustris*	Sumpf-Rispengras	H	I			I	X	X
229	*Poa pratensis* s.str.	Wiesen-Rispengras i.e.S.	H	I			I	X	X
230	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras	H	I			I	X	X
231	*Polystichum aculeatum*	Dorniger Schildfarn	H	I			I		X
232	*Populus alba*	Silber-Pappel	P	NN	EPG	S	I	X	X
233	*Populus balsamifera* agg.	Artengruppe Balsam-Pappel	P	NN	EGL	S	I		X
234	*Populus maximowiczii*-Hybride	Balsam-Pappel-Hybride	P	AN			I	X	X
235	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride	Pyramiden-Pappel-Hybride	P	AN			I	X	X

<u>Forts. Anhang II</u>: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

236	*Populus tremula*	Zitter-Pappel, Espe	P	I			II	X	X
237	*Potentilla anserina*	Gänse-Fingerkraut	H	I			I		X
238	*Potentilla norvegica*	Norwegisches Fingerkraut	H	NN	XE	EÖ	I		X
239	*Potentilla recta*	Aufrechtes Fingerkraut	H	NN	XE/EPG	EÖ	I		X
240	*Potentilla reptans*	Kriechendes Fingerkraut	H	I			I		X
241	*Prunella vulgaris*	Kleine Braunelle	H	I			I	X	X
242	*Prunus avium*	Vogel-Kirsche	P	I, CO			III	X	X
243	*Prunus cerasifera*	Kirsch-Pflaume	MP	N	EPG	S	I		X
244	*Prunus cerasus*	Sauer-Kirsche	MP	N	EPG	S	I	X	X
245	*Prunus laurocerasus* s.l.	Lorbeer-Kirsche i.w.S.	NP	CO	EPG	S	I	X	
246	*Prunus mahaleb*	Felsen-Kirsche, Steinweichsel	P	N	EPG	S	I		X
247	*Prunus padus*	Trauben-Kirsche	P	I, CO			I	X	X
248	*Prunus serotina*	Spätblühende Traubenkirsche	P	NN	EPG/AK	AG	II	X	X
249	*Prunus spinosa*	Schlehe, Schwarzdorn	MP	I			I		X
250	*Pseudofumaria lutea*	Gelber Lerchensporn	H	NN	EPG	EÖ	I	X	
251	*Pteridium aquilinum*	Adlerfarn	G	I			I	X	X
252	*Pyracantha coccinea*	Feuerdorn	NP	CO	EPG	S	I	X	X
253	*Pyrola minor*	Kleines Wintergrün	C	I			I		X
254	*Pyrus communis*	Kultur-Birne	P	N	EPG	U	I	X	X
255	*Quercus cerris*	Zerr-Eiche	P	N	EPG/XE	S	I	X	X
256	*Quercus petraea*	Trauben-Eiche	P	zw.			I	X	X
257	*Quercus robur*	Stiel-Eiche	P	I, CO			V	X	X
258	*Quercus rubra*	Rot-Eiche	P	N	EPG	S	II	X	X
259	*Quercus ×rosacea*	Bastard-Eiche	P	I			I	X	X
260	*Ranunculus ficaria*	Scharbocks-Kraut	G	I			I		X
261	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß	H	I			I	X	X
262	*Rhamnus cathartica*	Gewöhnlicher Kreuzdorn	NP	I, CO			I	X	X
263	*Rhus hirta*	Essigbaum, Hirschkolben-Sumach	NP	NN	EPG/XE	S	I	X	
264	*Ribes alpinum*	Alpen-Johannisbeere	NP	N	EPG	U	I		X
265	*Ribes nigrum*	Schwarze Johannisbeere	NP	I			I	X	X
266	*Ribes rubrum*	Rote Johannisbeere	NP	N	EPG	AG	II	X	X
267	*Ribes sanguineum*	Blut-Johannisbeere	NP	CO	EPG	U	I		X
268	*Ribes uva-crispa*	Stachelbeere	NP	N	EPG	AG	I	X	X
269	*Robinia pseudoacacia*	Robinie, Scheinakazie	P	NN	EPG	AG	I	X	X
270	*Rodgersia aesculifolia*	Kastanienblättriges Schaublatt	H	CO	EPG	U	I		X
271	*Rosa canina* s.l.	Hunds-Rose i.w.S	NP	I, NN	EPG	AG	III	X	X
272	*Rosa glauca*	Rotblättrige Rose	NP	NN	EPG	S	I	X	X
273	*Rosa multiflora*	Vielblütige Rose, Büschel-Rose	NP	CO	EPG	S	I	X	X
274	*Rosa rubiginosa*	Wein-Rose	NP	NN	EPG	EÖ	I	X	X
275	*Rosa rugosa*	Kartoffel-Rose	NP	NN	EPG	S	I		X
276	*Rubus adornatoides*	Feingeschmückte Brombeere	NP	I			I		X
277	*Rubus adspersus*	Hainbuchenblättrige Brombeere	NP	I			I		X
278	*Rubus armeniacus*	Armenische Brombeere, Garten-B.	NP	N	EPG	AG	III	X	X
279	*Rubus caesius*	Kratz-Beere	NP	I			I	X	X
280	*Rubus camptostachys*	Wimper-Haselblatt-Brombeere	NP	I			II	X	X
281	*Rubus corylifolius* agg.	Artengruppe Haselblatt-Brombeere	NP	I			I	X	X
282	*Rubus crassidens*	Dickzähnige Brombeere	NP	I			I		X
283	*Rubus elegantispinosus*	Schlankstachelige Brombeere	NP	I			III	X	X
284	*Rubus fruticosus* agg.	Artengruppe Echte Brombeere	NP	I			I	X	X
285	*Rubus gratus*	Angenehme Brombeere	NP	I			I		X
286	*Rubus idaeus*	Himbeere	NP	I			I	X	X
287	*Rubus laciniatus*	Schlitzblättrige Brombeere	NP	N	EPG	S	I	X	X
288	*Rubus lasiandrus*	Wollmännige Brombeere	NP	I			I		X
289	*Rubus macrophyllus*	Großblättrige Brombeere	NP	I			I	X	X
290	*Rubus nemerosus*	Hain-Haselblatt-Brombeere	NP	I			I		X
291	*Rubus parahebecarpus*	Rheinische Haselblatt-Brombeere	NP	I			I		X
292	*Rubus pyramidalis*	Pyramiden-Brombeere	NP	I			I	X	X
293	*Rubus rudis*	Rauhe Brombeere	NP	I			I	X	X
294	*Rubus schleicheri*	Schleicher´s Brombeere	NP	I			I	X	
295	*Rubus sprengelii*	Sprengel´s Brombeere	NP	I			I		X
296	*Rubus vestitus*	Samt-Brombeere	NP	I			I	X	X

Forts. Anhang II: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

297	*Rubus vinetorum*	Weiße Samt-Brombeere	NP	I			I		X
298	*Rubus winteri*	Winter´s Brombeere	NP	I			I		X
299	*Rubus ×dumetorum*	Hecken-Brombeere	NP	I			I		X
300	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer	H	I			I		X
301	*Rumex crispus*	Krauser Ampfer	H	I			I	X	X
302	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer	H	I			I		X
303	*Rumex sanguineus*	Blut-Ampfer, Hain-Ampfer	H	I			I		X
304	*Rumex ×pratensis*	Wiesen-Ampfer	H	I			I		X
305	*Salix alba*	Silber-Weide	P	I			I	X	X
306	*Salix aurita*	Öhrchen-Weide	MP	I			I	X	X
307	*Salix caprea*	Sal-Weide	P	I, NN	EPG	AG	V	X	X
308	*Salix fragilis*	Knack-Weide	P	I			I		X
309	*Salix ×capreola*	Bastard-Ohr-Weide	P	I			I	X	X
310	*Salix ×dasyclados*	Filzast-Weide	MP	CO	EGL	S	I	X	X
311	*Salix ×multinervis*	Vielnervige Weide	MP	I			I		X
312	*Salix ×reichardtii*	Reichardt´s Weide	P	I			I	X	X
313	*Salix ×rubens*	Fahl-Weide	P	I			I		X
314	*Salix ×smithiana*	Kübel-Weide	P	I, CO			I		X
315	*Sambucus ebulus*	Zwerg-Holunder, Attich	H	N	EPG/AK	EÖ	I	X	
316	*Sambucus nigra*	Schwarzer Holunder	NP	I			III	X	X
317	*Sambucus nigra* var. *laciniata*	Schwarzer Holunder, schlitzblättrige Var.	NP	CO	EPG	EÖ	I	X	X
318	*Sambucus racemosa*	Trauben-Holunder	NP	I			I	X	X
319	*Saponaria officinalis*	Echtes Seifenkraut	H	A	EPG/AK	EÖ	I	X	X
320	*Scrophularia auriculata*	Wasser-Braunwurz	H	I			I		X
321	*Scrophularia nodosa*	Knoten-Braunwurz	H	I			I	X	X
322	*Sedum acre*	Scharfer Mauerpfeffer	C	I			I	X	X
323	*Senecio erucifolius*	Raukenblättriges Greiskraut	H	I			I	X	X
324	*Senecio inaequidens*	Schmalblättriges Greiskraut	H	NN	XE	EÖ	I	X	X
325	*Senecio jacobaea*	Jakobs-Greiskraut	H	I			I	X	X
326	*Senecio viscosus*	Klebriges Greiskraut	T	I			I		X
327	*Solanum dulcamara*	Bittersüßer Nachtschatten	Li(H)	I			I	X	X
328	*Solanum nigrum* ssp. *nigrum*	Gewöhnlicher Schwarzer Nachtschatten	T	A	EPG/XE	EÖ	I		X
329	*Solanum nigrum* ssp. *schultesii*	Langhaariger Schwarzer Nachtschatten	T	A	EPG/XE	EÖ	I		X
330	*Solidago canadensis*	Kanadische Goldrute	G	NN	EPG	AG	I	X	X
331	*Solidago gigantea*	Späte Goldrute	G	NN	EPG	AG	I	X	X
332	*Sonchus asper*	Rauhe Gänsedistel	T	A	XE	EÖ	I		X
333	*Sonchus oleraceus*	Kohl-Gänsedistel	T	A	XE	EÖ	I		X
334	*Sorbus aria*	Mehlbeere	P	CO	EPG	U	I		X
335	*Sorbus aucuparia*	Eberesche, Vogelbeere	P	I			IV	X	X
336	*Sorbus intermedia*	Schwedische Mehlbeere	P	N	EPG	S	I	X	X
337	*Stachys sylvatica*	Wald-Ziest	H	I			I		X
338	*Stellaria media*	Vogel-Miere	T	A	XE/AK	EÖ	I		X
339	*Symphoricarpos albus*	Schneebeere, Knallerbse	NP	CO	EPG	S	I	X	X
340	*Syringa vulgaris*	Gewöhnlicher Flieder	NP	CO	EPG	S	I		X
341	*Tanacetum vulgare*	Gewöhnlicher Rainfarn	H	I			I	X	X
342	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*	Wiesen-Löwenzahn	H	I			II	X	X
343	*Taxus baccata*	Eibe	P	NN	EPG	AG	I	X	X
344	*Teucrium scorodonia*	Salbei-Gamander	H	I			I		X
345	*Tilia cordata*	Winter-Linde	P	N	EPG	AG	I	X	X
346	*Tilia platyphyllos*	Sommer-Linde	P	N	EPG	AG	I	X	X
347	*Tilia ×europaea* "Pallida"	Kaiser-Linde	P	NN	EPG	S	I		X
348	*Torilis japonica*	Kletten-Kerbel	H	I			I		X
349	*Trifolium repens*	Weiß-Klee	H	I			I	X	X
350	*Tussilago farfara*	Huflattich	G	I			I	X	X
351	*Ulmus glabra*	Berg-Ulme	P	zw.			I	X	X
352	*Ulmus ×hollandica*	Holländische Ulme	P	N	EPG	EÖ	I		X
353	*Urtica dioica* var. *angustifolia*	Schmalblättrige Große Brennnessel	H	I			I		X
354	*Urtica dioica* var. *dioica*	Große Brennnessel	I	I			I	X	X
355	*Verbascum blattaria*	Schabenkraut	H	NN	XE	EÖ	I	X	
356	*Verbascum lychnitis*	Mehlige Königskerze	H	NN	XE/AK	EÖ	I		X
357	*Verbascum nigrum*	Schwarze Königskerze	H	I			I		X

Forts. Anhang II: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

358	*Verbascum phlomoides*	Windblumen-Königskerze	H	NN	XE	EÖ	I		X
359	*Verbascum thapsus*	Kleinblütige Königskerze	H	I			I	X	X
360	*Verbascum ×incanum*	Graue Königskerze	H	I			I		X
361	*Veronica arvensis*	Feld-Ehrenpreis	T	A	XE/AK	EÖ	I		X
362	*Veronica officinalis*	Echter Ehrenpreis	C	I			I		X
363	*Veronica serpyllifolia*	Quendelblättriger Ehrenpreis	H	I			I	X	X
364	*Viburnum lantana*	Wolliger Schneeball	NP	N	EPG	S	I	X	X
365	*Viburnum opulus*	Gewöhnlicher Schneeball	NP	I, NN	EPG	S	I	X	X
366	*Viburnum rhytidophyllum*	Runzliger Schneeball	NP	CO	EPG	U	I		X
367	*Vicia angustifolia* ssp. *angustifolia*	Gewöhnliche Schmalblättrige Wicke	Li(T)	A	XE/AK	EÖ	I	X	
368	*Vicia angustifolia* ssp. *segetalis*	Acker-Schmalblattwicke	Li(T)	A	XE/AK	EÖ	I	X	
369	*Vicia cracca*	Vogel-Wicke	Li(H)	I			I		X
370	*Vicia hirsuta*	Behaarte Wicke	Li(T)	A	XE	EÖ	I	X	X
371	*Vicia tetrasperma*	Viersamige Wicke	Li(T)	A	XE	EÖ	I	X	X
372	*Vincetoxicum hirundinaria*	Gewöhnliche Schwalbenwurz	H	I			I		X
373	*Viola arvensis*	Acker-Stiefmütterchen	T	A	XE	EÖ	I		X
374	*Viola reichenbachiana* agg.	Artengruppe Wald-Veilchen	H	I			I	X	X
375	*Vulpia myuros*	Mäuseschwanz-Federschwingel	T	NN	XE	AG	I		X

Anhang II: Gesamtsippenliste der spontanen Industriewälder

Nr.	Taxon Moose	Deutscher Name	Lebensform	Einwanderungszeit	Einwanderungsweise	Einbürgerungsgrad	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westflische Bucht
1	*Amblystegium serpens*	Kriechendes Stumpfdeckelmoos	C	I			I	X	
2	*Atrichum undulatum*	Wellenblättriges Katharinenmoos	H	I			II	X	X
3	*Brachythecium albicans*	Weißes Kurzbüchsenmoos	C	I			I		X
4	*Brachythecium rutabulum*	Krücken-Kurzbüchsenmoos	C	I			V	X	X
5	*Calliergonella cuspidata*	Spitzblättriges Spießmoos	C	I			I		X
6	*Campylopus introflexus*	Langhaariges Krummstielmoos	C	NN	AK	AG	I	X	X
7	*Ceratodon purpureus*	Purpurstieliges Hornzahnmoos	C	I			I		X
8	*Climacium dendroides*	Bäumchen-Moos	C	I			I		X
9	*Dicranella heteromalla*	Einseitswendiges Kleingabelzahnmoos	C	I			I		X
10	*Dicranum scoparium*	Besenartiges Gabelzahnmoos	C	I			I		X
11	*Eurhynchium praelongum*	Langgestrecktes Schönschnabelmoos	C	I			I		X
12	*Fissidens taxifolius*	Eibenblättriges Spaltzahnmoos	H	I			I	X	
13	*Hypnum cupressiforme*	Zypressen-Schlafmoos	C	I			I	X	X
14	*Plagiomnium affine*	Verwandtes Kriech-Sternmoos	H	I			I	X	X
15	*Plagiomnium undulatum*	Wellenblättriges Sternmoos	H	I			I		X
16	*Polytrichum formosum*	Wald-Haarmützenmoos	H	I			I	X	X
17	*Polytrichum juniperinum*	Wacholder-Moos	H	I			I	X	X
18	*Polytrichum piliferum*	Glashaar-Haarmützenmoos	H	I			I	X	X
19	*Rhytidiadelphus squarrosus*	Sparriges Kranzmoos	C	I			I	X	X
20	*Rhytidiadelphus triquetrus*	Großes Kranzmoos	C	I			I	X	X
21	*Scleropodium purum*	Grünstängel-Moos	C	I			II	X	X
22	*Thuidium tamariscinum*	Tamariskenblättriges Thujamoos	C	I			I	X	X
23	*Tortula muralis*	Mauer-Drehzahnmoos	C	I			I	X	

Nr.	Taxon Flechten	Deutscher Name	Lebensform	Einwanderungszeit	Einwanderungsweise	Einbürgerungsgrad	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westflische Bucht
1	*Cladonia coniocrea*	Gewöhnliche Säulenflechte	Tha	I			I	X	
2	*Cladonia fimbriata*	Trompeten-Flechte	Tha	I			I		X
3	*Cladonia furcata* ssp. *furcata*	Gegabelte Cladonie	Tha	I			I		X
4	*Cladonia humilis*	Niedrige Becherflechte	Tha	I			I	X	X
5	*Cladonia subulata*	Pfriemen-Geweihflechte	Tha	I			I		X
6	*Peltigera* spec.	Hundsflechten-Art	Tha	I			I	X	

<u>Anhang III</u>: Gesamtsippenliste der Robinienforste

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	Deutscher Name	Lebensform	Einwanderungszeit	Einwanderungsweise	Einbürgerungsgrad	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westfälische Bucht
1	*Acer platanoides*	Spitz-Ahorn	P	N	EPG/AK	AG	I	X	X
2	*Acer pseudoplatanus*	Berg-Ahorn	P	N	EPG/AK	AG	III	X	X
3	*Aesculus hippocastanum*	Gewöhnliche Roßkastanie	P	N	EPG	EÖ	I	X	
4	*Ailanthus altissima*	Götterbaum	P	NN	EPG	AG	I	X	
5	*Alliaria petiolata*	Knoblauchs-Rauke	H	I			I	X	X
6	*Alnus incana*	Grau-Erle	P	N	EGL	S	I	X	
7	*Arctium minus*	Kleine Klette	H	I			I		X
8	*Athyrium filix-femina*	Wald-Frauenfarn	H	I			II	X	
9	*Betula pendula*	Hänge-Birke, Weiß-Birke	P	I			I	X	X
10	*Betula ×aurata*	Bastard-Birke	P	I			I	X	
11	*Bryonia dioica*	Rote Zaunrübe	Li(H)	I			I	X	
12	*Calamagrostis epigejos*	Land-Reitgras	H	I			I		X
13	*Carex spicata*	Speerfrüchtige Segge	H	I			I		X
14	*Carpinus betulus*	Hain-Buche, Weiß-Buche	P	I			I	X	
15	*Chaerophyllum temulum*	Hecken-Kälberkropf	H	I			I	X	
16	*Cirsium vulgare*	Gewöhnliche Kratzdistel	H	I			I		X
17	*Cornus sanguinea*	Roter Hartriegel	MP	NN	EPG	AG	I	X	X
18	*Corylus avellana*	Hasel-Nuß	MP	I			II	X	X
19	*Cotoneaster divaricatus*	Sparrige Strauchmispel	NP	CO	EPG	EÖ	I		X
20	*Crataegus monogyna* s.l.	Eingriffliger Weißdorn i.w.S.	P	I			II	X	X
21	*Crataegus pedicellata*	Scharlachroter Weißdorn	MP	CO	EPG	S	I		X
22	*Crataegus persimilis*	Pflaumenblättriger Weißdorn	MP	CO	EPG	EÖ	I		X
23	*Dactylis glomerata*	Knäuel-Gras	H	I			I	X	X
24	*Dryopteris dilatata*	Breiter Wurmfarn	H	I			II	X	
25	*Dryopteris filix-mas*	Männlicher Wurmfarn	H	I			I	X	X
26	*Epilobium ciliatum*	Drüsiges Weidenröschen	H	NN	XE/AK	AG	I	X	
27	*Epilobium montanum*	Berg-Weidenröschen	H	I			I	X	X
28	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen	H	I			I		X
29	*Epilobium tetragonum*	Vierkantiges Weidenröschen	H	I			I		X
30	*Euonymus europaeus*	Gewöhnliches Pfaffenhütchen	NP	I, NN	EPG	AG	I	X	X
31	*Fallopia japonica*	Japanischer Staudenknöterich	G	NN	EPG	AG	I	X	X
32	*Fragaria vesca*	Wald-Erdbeere	H	I			I		X
33	*Fraxinus excelsior*	Gewöhnliche Esche	P	I			II	X	X
34	*Galium aparine*	Kleb-Labkraut, Klettkraut	Li(T)	I			I	X	X
35	*Geum urbanum*	Stadt-Nelkenwurz	H	I			II		X
36	*Hedera helix*	Efeu	Li(P)	I			I		X
37	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras	H	I			I	X	X
38	*Humulus lupulus*	Hopfen	Li(H)	I			I	X	
39	*Hypericum perforatum*	Tüpfel-Johanniskraut	H	I			I		X
40	*Ilex aquifolium*	Stechpalme, Hülse	P	I			I	X	
41	*Impatiens parviflora*	Kleinblütiges Springkraut	T	N	XE	AG	I	X	
42	*Ligustrum ovalifolium*	Ovalblättriger Liguster	NP	NN	EPG	S	I	X	X
43	*Lonicera xylosteum*	Rote Heckenkirsche	NP	N	EPG	S	I	X	
44	*Lycium chinense*	Chinesischer Bocksdorn	NP	N	EPG	EÖ	I	X	
45	*Oenothera biennis* agg.	Artengruppe Gewöhnliche Nachtkerze	H	NN	XE/AK	EÖ	I	X	
46	*Parthenocissus inserta*	Fünfzähliger Wein	Li(P)	CO	EPG	S	I	X	
47	*Poa annua*	Einjähriges Rispengras	T	I			I	X	
48	*Poa nemoralis*	Hain-Rispengras	H	I			I	X	X
49	*Poa palustris*	Sumpf-Rispengras	H	I			I		X
50	*Poa pratensis* s.str.	Wiesen-Rispengras i.e.S.	H	I			I		X
51	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras	H	I			I		X
52	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride	Pyramiden-Pappel-Hybride	P	AN			I		X

Forts. Anhang III: Gesamtsippenliste der Robinienforste

53	*Potentilla norvegica*	Norwegisches Fingerkraut	H	NN	XE	EÖ	I		X
54	*Prunus avium*	Vogel-Kirsche	P	I, CO			I	X	X
55	*Prunus cerasifera*	Kirsch-Pflaume	MP	N	EPG	S	I	X	
56	*Prunus mahaleb*	Felsen-Kirsche, Steinweichsel	P	N	EPG	S	I		X
57	*Prunus padus*	Trauben-Kirsche	P	I, CO			I	X	X
58	*Prunus serotina*	Spätblühende Traubenkirsche	P	NN	EPG/AK	AG	I	X	
59	*Quercus robur*	Stiel-Eiche	P	I, CO			I	X	X
60	*Quercus rubra*	Rot-Eiche	P	N	EPG	S	I	X	X
61	*Rhamnus cathartica*	Gewöhnlicher Kreuzdorn	NP	I, CO			I	X	
62	*Ribes rubrum*	Rote Johannisbeere	NP	N	EPG	AG	I		X
63	*Ribes uva-crispa*	Stachel-Beere	NP	N	EPG	AG	I	X	X
64	*Robinia pseudoacacia*	Robinie, Scheinakazie	P	NN	EGL	AG	V	X	X
65	*Rosa canina* s.l.	Hunds-Rose i.w.S.	NP	I, NN	EPG	AG	I		X
66	*Rubus armeniacus*	Armenische Brombeere, Garten-B.	NP	N	EPG	AG	III	X	X
67	*Rubus camptostachys*	Wimper-Haselblatt-Brombeere	NP	I			I		X
68	*Rubus elegantispinosus*	Schlankstachelige Brombeere	NP	I			II	X	X
69	*Rubus gratus*	Angenehme Brombeere	NP	I			I		X
70	*Rubus nemorosus*	Hain-Haselblatt-Brombeere	NP	I			II	X	
71	*Rubus vestitus*	Samt-Brombeere	NP	I			I	X	
72	*Salix caprea*	Sal-Weide	P	I			I		X
73	*Sambucus nigra*	Schwarzer Holunder	NP	I			V	X	X
74	*Sambucus nigra* var. *laciniata*	Schwarzer Holunder, schlitzblättrige Var.	NP	CO	EPG	EÖ	I	X	X
75	*Sambucus racemosa*	Trauben-Holunder	NP	I			I	X	
76	*Scrophularia nodosa*	Knoten-Braunwurz	H	I			I		X
77	*Solanum nigrum* ssp. *nigrum*	Gewöhnlicher Schwarzer Nachtschatten	T	A	EPG/XE	EÖ	I		X
78	*Solanum nigrum* ssp. *schultesii*	Langhaariger Schwarzer Nachtschatten	T	A	EPG/XE	EÖ	I	X	
79	*Solidago canadensis*	Kanadische Goldrute	G	NN	EPG	AG	I		X
80	*Sonchus asper*	Rauhe Gänsedistel	T	A	XE	EÖ	I		X
81	*Sonchus oleraceus*	Kohl-Gänsedistel	T	A	XE	EÖ	I		X
82	*Sorbus aucuparia*	Eberesche, Vogelbeere	P	I			I	X	
83	*Stellaria media*	Vogel-Miere	T	A	XE/AK	EÖ	I		X
84	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*	Wiesen-Löwenzahn	H	I			I		X
85	*Taxus baccata*	Eibe	P	NN	EPG	AG	I	X	
86	*Ulmus glabra*	Berg-Ulme	P	zw.	EGL	S	I	X	
87	*Urtica dioica* var. *dioica*	Große Brennnessel	H	I			II	X	X
88	*Viola odorata*	Wohlriechendes Veilchen, März-Veilchen	H	CO	EPG	S	I	X	

Nr.	**Taxon Moose**	**Deutscher Name**	**Lebensform**	**Einwanderungszeit**	**Einwanderungsweise**	**Einbürgerungsgrad**	**Stetigkeitsklasse**	**Niederrh. Tiefland**	**Westfälische Bucht**
1	*Atrichum undulatum*	Wellenblättriges Katharinenmoos	H	I			II	X	X
2	*Brachythecium rutabulum*	Krücken-Kurzbüchsenmoos	C	I			III	X	X
3	*Dicranella heteromalla*	Einseitswendiges Kleingabelzahnmoos	C	I			I	X	
4	*Fissidens taxifolius*	Eibenblättriges Spaltzahnmoos	H	I			I		X

<u>Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	**Taxon (Höhere Pflanzen)**	**1** Landschaftspark Duisburg-Nord (Duisburg-Meiderich) (MTB 4506/21)	**2** Sinteranlage Duisburg-Beek (Duisburg-Beek) (MTB 4606/23)	**3** Zeche Sterkrade (Oberhausen-Sterkrade) (MTB 4407/34)	**4** Halde Hausmannfeld (Oberhausen-Alt-Oberhausen) (MTB 4507/12)	**5** Zeche u. Kokerei Vondern (Oberhausen-Osterfeld) (MTB 4507/12)	**6** Formsandgräberei "Am Donnerberg" (Bottrop-Lehmkuhle) (MTB 4407/43)	**7** Halde Welheimer Mark (Bottrop-Welheim) (MTB 4407/44)	**8** Sammelbahnhof Frintrop (Essen-Frintrop) (MTB 4507/12)	**9** Zeche u. Kokerei Helene (Essen-Altenessen) (MTB 4508/11)	**10** Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg) (MTB 4508/11)	**11** Zeche Zollverein Schachtanlage XII (Essen-Katernberg) (MTB 4508/12)	**12** Zeche u. Kokerei Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck) (MTB 4408/41)	**13** Zeche u. Kokerei Dahlbusch II/V/VIII (Gelsenkirchen-Rotthausen) (MTB 4408/41)	**14** Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf) (MTB 4408/44)	**15** Zeche u. Kokerei Rheinelbe (Gelsenkirchen-Ückendorf) (MTB 4508/21)	**16** Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel) (MTB 4408/12)	**17** Zeche Schlägel u. Eisen II (Herten-Disteln) (MTB 4308/44)	**18** VEBA Kohlesammellager Herten / ehem. Hafen Julia (Herten-Süd) (MTB 4408/24)	**19** Zeche Hannover I/II/V (Bochum-Hordel) (MTB 4508/22)
1	*Acer campestre*	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
2	*Acer ginnala*	X													X					
3	*Acer platanoides*	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	X	X			X
4	*Acer platanoides* "Crimson King"																			
5	*Acer pseudoplatanus*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6	*Acer pseudoplatanus* "Pupureum"							X		X		X		X	X	X		X		X
7	*Acer saccharinum*	X																		
8	*Achillea millefolium*	X	X												X					
9	*Aegopodium podagraria*																			
10	*Aesculus hippocastanum*	X			X	X										X				X
11	*Agrimonia eupatoria*					X									X	X				
12	*Agropyron repens*																			
13	*Agrostis capillaris*			X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X			X	X
14	*Agrostis gigantea*																			
15	*Agrostis stolonifera*					X									X					
16	*Ailanthus altissima*			X																
17	*Aira praecox*																			X
18	*Ajuga reptans* "Atropurpurea"																	X		
19	*Ajuga reptans* s.str.															X				
20	*Alchemilla mollis*														X					
21	*Alliaria petiolata*					X			X							X				
22	*Alnus cordata*																			
23	*Alnus glutinosa*							X				X	X	X	X	X				X
24	*Alnus incana*											X		X	X	X				X
25	*Amelanchier lamarckii*	X	X			X	X		X			X			X					X
26	*Anemone nemerosa*																			X
27	*Arabidopsis thaliana*											X								X
28	*Arctium minus*																			
29	*Arenaria serpyllifolia*	X	X	X	X															
30	*Armoracia rusticana*																			
31	*Arrhenatherum elatius*	X	X	X	X	X			X			X			X					X

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
32	*Artemisia vulgaris*	X	X												X					
33	*Arum maculatum*																			
34	*Athyrium filix-femina*								X			X	X		X	X	X			
35	*Berberis julianae*																			
36	*Berberis thunbergii*																			
37	*Betula pendula*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
38	*Betula ×aurata*	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
39	*Brachypodium sylvaticum*														X					
40	*Bromus inermis*														X					
41	*Bromus sterilis*																			
42	*Bromus tectorum*		X																	
43	*Bryonia dioica*			X											X					
44	*Buddleya davidii*	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X					
45	*Calamagrostis epigejos*	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X					X
46	*Calystegia sepium*														X					
47	*Campanula rapunculus*					X														
48	*Campanula rotundifolia*																			
49	*Capsella bursa-pastoris*				X															
50	*Caragana arborescens*							X												
51	*Cardamine flexuosa*											X								
52	*Cardamine hirsuta*	X			X	X						X								X
53	*Cardaminopsis arenosa*														X					
54	*Carduus acanthoides*		X																	
55	*Carex disticha*												X		X					
56	*Carex hirta*	X			X	X		X					X	X	X					X
57	*Carex leporina*														X				X	
58	*Carex muricata s.str.*														X					X
59	*Carex otrubae*				X										X					
60	*Carex pendula*											X								
61	*Carex pilulifera*																			X
62	*Carex remota*														X				X	
63	*Carex spicata*								X					X	X			X		
64	*Carex sylvatica*																			
65	*Carpinus betulus*	X			X		X	X	X		X	X			X	X			X	X
66	*Castanea sativa*																			
67	*Cerastium glomeratum*																			X
68	*Cerastium holosteoides var. vulgare*	X			X	X	X					X	X		X	X				X
69	*Cerastium semidecandrum*																			X
70	*Cerastium tomentosum*																			
71	*Chaerophyllum temulum*														X					
72	*Chelidonium majus*	X																		
73	*Circaea lutetiana*									X		X	X	X	X	X	X			
74	*Cirsium arvense*	X		X		X									X	X			X	X
75	*Cirsium palustre*																			
76	*Cirsium vulgare*	X		X											X					
77	*Clematis vitalba*	X	X	X								X			X					X
78	*Convallaria majalis*																			X
79	*Conyza canadensis*			X																
80	*Cornus mas*																			
81	*Cornus sanguinea*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
82	*Cornus sericea*	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X		X	
83	*Corylus avellana*	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
84	*Corylus colurna*																		X	
85	*Corylus maxima*											X								
86	*Cotoneaster dielsianus*														X					
87	*Cotoneaster divaricatus*	X	X					X	X			X	X		X					
88	*Cotoneaster hjelmqvistii*	X																		
89	*Cotoneaster horizontalis*		X																	
90	*Cotoneaster moupinensis*																			

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
91	*Cotoneaster rehderi*	X	X						X	X		X			X		X			
92	*Cotoneaster salicifolius*									X										
93	*Cotoneaster ×suecicus*									X										
94	*Crataegus laevigata*									X										
95	*Crataegus monogyna s.l.*	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
96	*Crataegus pedicellata*																			X
97	*Crataegus persimilis*					X		X			X		X		X					
98	*Dactylis glomerata*	X	X			X		X		X			X		X	X		X		X
99	*Daucus carota*	X													X					
100	*Deschampsia cespitosa*							X		X		X			X	X				X
101	*Deschampsia flexuosa*											X	X		X	X				X
102	*Digitalis purpurea*	X																		
103	*Dryopteris borreri.*																			
104	*Dryopteris carthusiana*					X						X	X			X	X			
105	*Dryopteris dilatata*											X	X			X	X			
106	*Dryopteris filix-mas*	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
107	*Duchesnia indica*	X																		
108	*Echium vulgare*																			
109	*Eleagnus angustifolia*		X																	
110	*Epilobium angustifolium*	X		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X
111	*Epilobium ciliatum*	X			X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
112	*Epilobium hirsutum*														X	X				
113	*Epilobium lanceolatum*												X							
114	*Epilobium montanum*			X	X	X				X		X	X	X	X	X			X	X
115	*Epilobium parviflorum*	X			X					X	X	X	X		X				X	
116	*Epilobium tetragonum*			X	X							X				X				
117	*Epilobium ×interjectum*																			
118	*Epipactis helleborine*	X		X		X				X	X	X	X	X	X	X				
119	*Equisetum arvense*						X				X		X		X	X		X		
120	*Erigeron annuus*		X																	
121	*Erophila verna*																			X
122	*Euonymus europaeus*					X			X	X	X		X		X	X			X	
123	*Eupatorium cannabinum*	X				X									X					
124	*Fagus sylvatica*											X			X					
125	*Fallopia convolvulus*																		X	
126	*Fallopia dumetorum*																			
127	*Fallopia japonica*						X					X	X		X				X	
128	*Festuca arundinacea ssp. arundinacea*														X					
129	*Festuca brevipila*														X					X
130	*Festuca pratensis*				X	X									X					X
131	*Festuca rubra ssp. rubra*																			
132	*Fragaria vesca*						X	X					X	X	X	X				X
133	*Fragaria ×ananassa*					X									X					
134	*Frangula alnus*																			
135	*Fraxinus excelsior*	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
136	*Fraxinus excelsior f. monophylla*									X										
137	*Galeopsis tetrahit*			X								X			X		X			
138	*Galium album*		X																	
139	*Galium aparine*				X	X			X			X			X	X			X	X
140	*Galium odoratum*																			
141	*Galium verum*																			
142	*Geranium robertianum*	X	X	X	X	X			X			X			X			X	X	
143	*Geum urbanum*					X	X			X	X	X		X	X	X				X
144	*Glechoma hederacea*			X	X	X						X	X	X	X	X		X		X
145	*Hedera helix*	X													X					
146	*Heracleum sphondylium*														X					
147	*Hesperis matronalis*																			
148	*Hieracium aurantiacum*											X			X					
149	*Hieracium caespitosum*																			X

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
150	*Hieracium lachenalii*	X	X	X								X			X					
151	*Hieracium laevigatum*																			
152	*Hieracium pilosella*											X								
153	*Hieracium piloselloides agg.*		X			X						X			X					X
154	*Hieracium sabaudum agg.*	X		X					X						X					X
155	*Holcus lanatus*	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X
156	*Humulus lupulus*	X		X		X				X			X		X	X			X	
157	*Hypericum maculatum*														X					
158	*Hypericum perforatum*	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X					X
159	*Hypericum ×desetangsii*	X		X											X					
160	*Hypochaeris radicata*																			
161	*Ilex aquifolium*	X		X	X				X	X		X			X	X		X		X
162	*Impatiens parviflora*																			
163	*Inula conyzae*			X																
164	*Juglans regia*							X		X										
165	*Juncus effusus*						X					X	X		X				X	
166	*Juncus inflexus*							X							X					
167	*Juncus tenuis*											X	X							
168	*Kerria japonica*	X																		
169	*Laburnum anagyroides*						X													
170	*Lactuca serriola*			X																
171	*Lamium album*														X					
172	*Lamium argentatum*														X					
173	*Lamium maculatum*											X								
174	*Lapsana communis*					X									X					
175	*Lathyrus pratensis*														X					
176	*Lepidium virginicum*																			
177	*Leucanthemum vulgare agg.*																			
178	*Ligustrum ovalifolium*			X					X			X			X			X	X	X
179	*Ligustrum vulgare*	X	X	X		X			X	X		X	X	X	X					X
180	*Linaria vulgaris*		X	X		X			X						X					
181	*Lolium perenne*											X								
182	*Lonicera henryi*																			X
183	*Lonicera ledebourii*														X					X
184	*Lonicera periclymenum*								X	X		X								
185	*Lonicera pileata*																			
186	*Lonicera tatarica*														X					
187	*Lonicera xylosteum*	X				X				X		X	X	X	X				X	X
188	*Lotus corniculatus var. sativus*														X					
189	*Luzula multiflora*						X								X	X				
190	*Lycopus europaeus*											X								
191	*Lysimachia nummularia*				X										X			X		
192	*Lysimachia vulgaris*																		X	
193	*Mahonia aquifolium*	X	X						X	X					X			X		X
194	*Malus domestica*					X						X			X					X
195	*Malus toringo*				X										X					
196	*Matteuccia struthiopteris*																			
197	*Medicago lupulina*		X												X					
198	*Melilotus officinalis*																			
199	*Mespilus germanica*																			
200	*Milium effusum*																			
201	*Moehringia trinervia*																		X	
202	*Mycelis muralis*								X											
203	*Myosotis arvensis*				X														X	
204	*Myosotis ramosissima*																			X
205	*Oenothera parviflora agg.*	X		X	X		X					X	X							
206	*Oenothera fallax*										X			X						
207	*Oenothera issleri*			X											X					
208	*Origanum vulgare*																			

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
209	*Paeonia officinalis s.l.*																			
210	*Parthenocissus inserta*											X								
211	*Parthenocissus tricuspidata*																			
212	*Pastinaca sativa*		X												X					
213	*Persicaria amphibia var. terrestre*														X					
214	*Persicaria hydropiper*												X							
215	*Phalaris arundinacea*																			
216	*Philadelphus-Hybride*								X	X		X	X	X	X	X				
217	*Phleum pratense*														X					
218	*Phragmites australis*																			
219	*Phyllostachys aureosulcata*											X								
220	*Picea abies*																			
221	*Picris hieracioides*																			
222	*Pinus sylvestris*	X						X												
223	*Plantago lanceolata*														X					
224	*Poa angustifolia*	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X				X
225	*Poa annua*				X							X				X				X
226	*Poa compressa*	X	X												X					
227	*Poa nemoralis*					X		X	X	X				X	X	X				X
228	*Poa palustris*					X									X					
229	*Poa pratensis s.str.*		X		X	X			X		X	X			X	X			X	
230	*Poa trivialis*					X						X	X			X			X	
231	*Polystichum aculeatum*														X					
232	*Populus alba*	X	X				X				X	X		X						
233	*Populus balsamifera agg.*																			
234	*Populus maximowiczii-Hybride*	X	X				X				X	X								
235	*Populus nigra cv. Italica-Hybride*	X	X							X	X	X			X					X
236	*Populus tremula*	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X					X
237	*Potentilla anserina*																			
238	*Potentilla norvegica*																			
239	*Potentilla recta*														X					
240	*Potentilla reptans*														X	X		X		
241	*Prunella vulgaris*						X					X			X					
242	*Prunus avium*	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X		X	X			X	X
243	*Prunus cerasifera*														X					
244	*Prunus cerasus*				X															
245	*Prunus laurocerasus s.l.*								X											
246	*Prunus mahaleb*																			
247	*Prunus padus*					X			X	X	X	X	X	X	X	X				
248	*Prunus serotina*	X	X	X	X	X			X	X		X	X		X	X				X
249	*Prunus spinosa*														X					
250	*Pseudofumaria lutea*	X																		
251	*Pteridium aquilinum*											X				X			X	
252	*Pyracantha coccinea*								X						X					
253	*Pyrola minor*														X					
254	*Pyrus communis*	X													X					
255	*Quercus cerris*											X			X	X				
256	*Quercus petraea*					X						X				X				
257	*Quercus robur*	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
258	*Quercus rubra*				X	X		X		X	X	X			X	X				X
259	*Quercus ×rosacea*					X									X					
260	*Ranunculus ficaria*																			
261	*Ranunculus repens*	X			X							X								
262	*Rhamnus cathartica*	X	X			X									X					
263	*Rhus hirta*			X											X					
264	*Ribes alpinum*														X	X				
265	*Ribes nigrum*											X			X	X			X	
266	*Ribes rubrum*			X	X	X				X		X		X	X	X	X		X	X
267	*Ribes sanguineum*																			

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
268	*Ribes uva-crispa*	X		X	X							X			X	X				X
269	*Robinia pseudoacacia*			X								X			X	X				X
270	*Rodgersia aesculifolia*																			
271	*Rosa canina s.l.*	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
272	*Rosa glauca*	X						X							X					
273	*Rosa multiflora*									X					X					X
274	*Rosa rubiginosa*	X		X		X				X			X		X	X				X
275	*Rosa rugosa*																			X
276	*Rubus adornatoides*																			
277	*Rubus adspersus*																			
278	*Rubus armeniacus*	X	X	X			X	X	X	X		X	X		X	X	X		X	X
279	*Rubus caesius*					X														
280	*Rubus camptostachys*			X				X	X	X		X			X	X				X
281	*Rubus corylifolius agg.*					X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
282	*Rubus crassidens*																		X	
283	*Rubus elegantispinosus*	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X
284	*Rubus fruticosus agg.*	X				X				X		X		X	X	X				
285	*Rubus gratus*												X						X	
286	*Rubus idaeus*			X					X						X				X	X
287	*Rubus laciniatus*	X					X					X	X	X						
288	*Rubus lasiandrus*													X						
289	*Rubus macrophyllus*	X					X													
290	*Rubus nemerosus*																			X
291	*Rubus parahebecarpus*																			X
292	*Rubus pyramidalis*		X	X	X	X						X			X	X				
293	*Rubus rudis*									X										
294	*Rubus schleicheri*									X										
295	*Rubus sprengelii*												X							
296	*Rubus vestitus*						X	X		X			X		X					X
297	*Rubus vinetorum*																			
298	*Rubus winteri*																			
299	*Rubus ×dumetorum*																			
300	*Rumex acetosella*																			X
301	*Rumex crispus*			X	X									X	X					X
302	*Rumex obtusifolius*												X							
303	*Rumex sanguineus*																			
304	*Rumex ×pratensis*												X							
305	*Salix alba*	X				X	X			X	X	X	X	X	X	X			X	
306	*Salix aurita*											X			X					
307	*Salix caprea*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
308	*Salix fragilis*														X					
309	*Salix ×capreola*					X						X			X					
310	*Salix ×dasyclados*				X	X									X					
311	*Salix ×multinervis*																			
312	*Salix ×reichardtii*	X			X	X		X		X	X	X	X		X	X			X	
313	*Salix ×rubens*														X					
314	*Salix ×smithiana*																			
315	*Sambucus ebulus*					X														
316	*Sambucus nigra*	X		X	X	X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	X
317	*Sambucus nigra var. laciniata*			X																
318	*Sambucus racemosa*									X		X	X							
319	*Saponaria officinalis*			X	X					X			X		X					X
320	*Scrophularia auriculata*														X					
321	*Scrophularia nodosa*	X	X	X	X	X	X		X			X	X		X	X			X	X
322	*Sedum acre*		X																	X
323	*Senecio erucifolius*		X												X					
324	*Senecio inaequidens*	X	X	X				X											X	X
325	*Senecio jacobaea*										X								X	X
326	*Senecio viscosus*												X							

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
327	*Solanum dulcamara*	X		X					X				X		X	X			X	
328	*Solanum nigrum ssp. nigrum*															X				
329	*Solanum nigrum ssp. schultesii*																		X	
330	*Solidago canadensis*											X	X		X					
331	*Solidago gigantea*		X		X	X					X	X			X	X		X	X	
332	*Sonchus asper*												X			X		X		X
333	*Sonchus oleraceus*																			
334	*Sorbus aria*																			
335	*Sorbus aucuparia*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
336	*Sorbus intermedia*		X						X	X	X	X			X					
337	*Stachys sylvatica*																			
338	*Stellaria media*															X			X	
339	*Symphoricarpos albus*	X	X													X				
340	*Syringa vulgaris*														X					
341	*Tanacetum vulgare*		X												X					
342	*Taraxacum Sekt. Ruderalia*	X	X	X		X						X			X			X		X
343	*Taxus baccata*	X				X			X						X					X
344	*Teucrium scorodonia*																		X	X
345	*Tilia cordata*			X				X	X			X				X				X
346	*Tilia platyphyllos*				X															
347	*Tilia ×europaea "Pallida"*														X					
348	*Torilis japonica*																			
349	*Trifolium repens*						X													
350	*Tussilago farfara*	X													X					
351	*Ulmus glabra*											X								
352	*Ulmus ×hollandica*																			
353	*Urtica dioica var. angustifolia*												X							
354	*Urtica dioica var. dioica*	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
355	*Verbascum blattaria*				X															
356	*Verbascum lychnitis*																			X
357	*Verbascum nigrum*																			
358	*Verbascum phlomoides*																			
359	*Verbascum thapsus*			X					X											
360	*Verbascum ×incanum*																			X
361	*Veronica arvensis*																			
362	*Veronica officinalis*																			
363	*Veronica serpyllifolia*						X			X				X	X					X
364	*Viburnum lantana*	X								X			X		X					X
365	*Viburnum opulus*			X										X	X					X
366	*Viburnum rhytidophyllum*																			
367	*Vicia angustifolia ssp. angustifolia*					X														
368	*Vicia angustifolia ssp. segetalis*					X														
369	*Vicia cracca*																			
370	*Vicia hirsuta*					X									X					
371	*Vicia tetrasperma*					X	X								X					
372	*Vincetoxicum hirundinaria*																			
373	*Viola arvensis*																			
374	*Viola reichenbachiana agg.*	X				X	X													
375	*Vulpia myuros*																			

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon (Höhere Pflanzen)	**20** Zeche u. Kokerei Hannover III/IV/VI (Bochum-Günnigfeld) (4508/22)	**21** Zeche u. Kokerei Königsgrube (Herne-Röhlinghausen) (MTB 4408/44)	**22** Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum) (MTB 4509/11)	**23** Güterbahnhof Weitmar (Bochum-Weitmar) (MTB 4509/14)	**24** Zeche Lothringen III/IV (Bochum-Bergen) (MTB 4409/34)	**25** Halde Zeche u. Kokerei Lothringen I/II (Bochum-Gerthe) (MTB 4409/44)	**26** Zeche Robert Müser (Bochum-Harpen) (MTB 4509/22)	**27** Kokerei Amalia (Bochum-Werne) (MTB 4509/22)	**28** Halde Zeche Pluto VII / Thyssenhalde (Herne-Wanne) (MTB 4408/42)	**29** Zeche u. Kokerei Pluto V / Fa. Optelaak (Herne-Wanne) (MTB 4408/44)	**30** Zeche u. Kokerei Shamrock III/IV/XI / Blumenthal XI (Herne-Wanne) (MTB 4409/31)	**31** Zeche u. Kokerei Mont-Cenis III (Herne-Sodingen) (MTB 4409/41)	**32** Zeche Constantin d. Große XI (Herne-Sodingen) (MTB 4409/41)	**33** Zeche u. Kokerei Constantin d. Große X (Herne-Sodingen / BO-Hiltrop) (MTB 4409/41)	**34** Zeche Constantin d. Große IV/V (Herne-Sodingen) (MTB 4409/34)	**35** Bahntrasse Herne-Börnig (Herne-Börnig) (MTB 4409/23)	**36** Verladehafen Zeche Friedrich d. Große (Castrop-Rauxel-Pöppinghausen) (MTB 4409/23)	**37** Zeche u. Kokerei Blumenthal / Haardt I/II/VI (Recklinghausen-Zentrum) (MTB 4309/34)	**38** Zeche u. Kokerei König Ludwig I/II (Recklinghausen-Röllinghausen) (MTB 4409/12)
1	*Acer campestre*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
2	*Acer ginnala*																			
3	*Acer platanoides*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X			X
4	*Acer platanoides* "Crimson King"																			
5	*Acer pseudoplatanus*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	*Acer pseudoplatanus* "Pupureum"			X		X	X		X	X	X	X	X			X				
7	*Acer saccharinum*																			
8	*Achillea millefolium*			X																
9	*Aegopodium podagraria*																			
10	*Aesculus hippocastanum*		X				X		X				X							
11	*Agrimonia eupatoria*																			
12	*Agropyron repens*												X							
13	*Agrostis capillaris*	X		X		X	X	X		X	X	X			X			X		X
14	*Agrostis gigantea*						X													
15	*Agrostis stolonifera*			X			X			X	X				X			X		X
16	*Ailanthus altissima*				X										X					
17	*Aira praecox*																			
18	*Ajuga reptans* "Atropurpurea"			X																
19	*Ajuga reptans* s.str.					X														
20	*Alchemilla mollis*																			
21	*Alliaria petiolata*				X		X		X										X	
22	*Alnus cordata*			X																
23	*Alnus glutinosa*	X		X	X									X			X			
24	*Alnus incana*	X				X							X				X			
25	*Amelanchier lamarckii*		X	X	X		X			X					X		X			X
26	*Anemone nemerosa*																			
27	*Arabidopsis thaliana*			X																
28	*Arctium minus*																			
29	*Arenaria serpyllifolia*				X															
30	*Armoracia rusticana*																			
31	*Arrhenatherum elatius*		X		X						X	X								

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
32	*Artemisia vulgaris*																			
33	*Arum maculatum*													X						
34	*Athyrium filix-femina*	X						X		X										
35	*Berberis julianae*																			
36	*Berberis thunbergii*										X									
37	*Betula pendula*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	*Betula ×aurata*		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
39	*Brachypodium sylvaticum*											X			X					
40	*Bromus inermis*																			
41	*Bromus sterilis*			X																
42	*Bromus tectorum*																			
43	*Bryonia dioica*									X										
44	*Buddleya davidii*			X			X				X	X						X		
45	*Calamagrostis epigejos*		X	X		X	X		X	X	X	X	X		X					X
46	*Calystegia sepium*																			
47	*Campanula rapunculus*																			
48	*Campanula rotundifolia*																			
49	*Capsella bursa-pastoris*																			
50	*Caragana arborescens*																			
51	*Cardamine flexuosa*									X										
52	*Cardamine hirsuta*						X													
53	*Cardaminopsis arenosa*			X						X										
54	*Carduus acanthoides*																			
55	*Carex disticha*									X								X		
56	*Carex hirta*									X	X		X		X					X
57	*Carex leporina*											X								
58	*Carex muricata s.str.*																			
59	*Carex otrubae*												X							
60	*Carex pendula*																			
61	*Carex pilulifera*															X				
62	*Carex remota*																			X
63	*Carex spicata*		X	X								X					X			
64	*Carex sylvatica*		X																	
65	*Carpinus betulus*		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
66	*Castanea sativa*										X									
67	*Cerastium glomeratum*																			
68	*Cerastium holosteoides var. vulgare*			X	X	X		X		X	X					X				
69	*Cerastium semidecandrum*				X															
70	*Cerastium tomentosum*																			
71	*Chaerophyllum temulum*																			
72	*Chelidonium majus*																			
73	*Circaea lutetiana*	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X
74	*Cirsium arvense*			X						X	X		X							
75	*Cirsium palustre*									X										
76	*Cirsium vulgare*			X	X			X		X						X		X		
77	*Clematis vitalba*				X					X										X
78	*Convallaria majalis*																			
79	*Conyza canadensis*																			
80	*Cornus mas*													X						
81	*Cornus sanguinea*		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X
82	*Cornus sericea*		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X					X
83	*Corylus avellana*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X
84	*Corylus colurna*																			
85	*Corylus maxima*																			
86	*Cotoneaster dielsianus*		X	X		X					X									
87	*Cotoneaster divaricatus*			X	X		X		X		X								X	X
88	*Cotoneaster hjelmqvistii*			X																
89	*Cotoneaster horizontalis*			X																
90	*Cotoneaster moupinensis*											X								

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
91	*Cotoneaster rehderi*		X	X	X						X				X					X
92	*Cotoneaster salicifolius*																			
93	*Cotoneaster ×suecicus*														X					X
94	*Crataegus laevigata*																			
95	*Crataegus monogyna s.l.*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
96	*Crataegus pedicellata*								X											
97	*Crataegus persimilis*		X	X		X														
98	*Dactylis glomerata*		X	X		X	X			X	X		X		X		X			X
99	*Daucus carota*			X																
100	*Deschampsia cespitosa*				X			X		X		X	X					X	X	X
101	*Deschampsia flexuosa*								X		X						X			
102	*Digitalis purpurea*			X																
103	*Dryopteris borreri.*										X									
104	*Dryopteris carthusiana*						X	X					X							
105	*Dryopteris dilatata*			X														X		X
106	*Dryopteris filix-mas*	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X
107	*Duchesnia indica*																			
108	*Echium vulgare*																			
109	*Eleagnus angustifolia*																			
110	*Epilobium angustifolium*		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X				X
111	*Epilobium ciliatum*			X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X		X	X
112	*Epilobium hirsutum*									X		X								
113	*Epilobium lanceolatum*											X								
114	*Epilobium montanum*		X	X	X	X	X	X		X	X	X								X
115	*Epilobium parviflorum*			X		X	X			X	X	X	X							X
116	*Epilobium tetragonum*			X			X	X				X								
117	*Epilobium ×interjectum*						X	X			X									
118	*Epipactis helleborine*		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X			X
119	*Equisetum arvense*		X				X													X
120	*Erigeron annuus*																			
121	*Erophila verna*																			
122	*Euonymus europaeus*		X				X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		
123	*Eupatorium cannabinum*									X										X
124	*Fagus sylvatica*		X	X	X	X	X						X		X					X
125	*Fallopia convolvulus*																			
126	*Fallopia dumetorum*																			
127	*Fallopia japonica*			X			X		X	X	X		X	X						
128	*Festuca arundinacea ssp. arundinacea*																			
129	*Festuca brevipila*																			
130	*Festuca pratensis*						X				X									
131	*Festuca rubra ssp. rubra*																			
132	*Fragaria vesca*			X		X	X			X	X	X	X		X	X				
133	*Fragaria ×ananassa*																			
134	*Frangula alnus*		X					X	X											X
135	*Fraxinus excelsior*		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
136	*Fraxinus excelsior f. monophylla*														X					
137	*Galeopsis tetrahit*					X							X							X
138	*Galium album*																			
139	*Galium aparine*		X	X			X		X							X				X
140	*Galium odoratum*																			X
141	*Galium verum*																			
142	*Geranium robertianum*			X	X	X	X					X			X					X
143	*Geum urbanum*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X
144	*Glechoma hederacea*		X			X				X		X		X					X	
145	*Hedera helix*			X	X				X								X			X
146	*Heracleum sphondylium*						X													
147	*Hesperis matronalis*																			
148	*Hieracium aurantiacum*			X																
149	*Hieracium caespitosum*																			

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
150	*Hieracium lachenalii*			X			X				X									X
151	*Hieracium laevigatum*										X									
152	*Hieracium pilosella*																			
153	*Hieracium piloselloides agg.*			X	X						X									
154	*Hieracium sabaudum agg.*			X	X						X									X
155	*Holcus lanatus*		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X		X
156	*Humulus lupulus*	X					X			X	X		X					X	X	
157	*Hypericum maculatum*																			
158	*Hypericum perforatum*			X	X	X	X			X	X	X			X		X	X		X
159	*Hypericum ×desetangsii*																			
160	*Hypochaeris radicata*																			
161	*Ilex aquifolium*		X	X	X	X	X		X			X	X		X		X			
162	*Impatiens parviflora*											X								
163	*Inula conyzae*									X	X									
164	*Juglans regia*		X		X						X	X			X					X
165	*Juncus effusus*		X					X		X		X						X		X
166	*Juncus inflexus*		X																	
167	*Juncus tenuis*						X					X								
168	*Kerria japonica*																			
169	*Laburnum anagyroides*																			
170	*Lactuca serriola*																			
171	*Lamium album*																			
172	*Lamium argentatum*						X		X				X							
173	*Lamium maculatum*																			
174	*Lapsana communis*					X														
175	*Lathyrus pratensis*																			
176	*Lepidium virginicum*																			
177	*Leucanthemum vulgare agg.*																			
178	*Ligustrum ovalifolium*		X	X					X			X								
179	*Ligustrum vulgare*			X							X						X			X
180	*Linaria vulgaris*				X					X	X									
181	*Lolium perenne*			X																
182	*Lonicera henryi*																			
183	*Lonicera ledebourii*								X		X									
184	*Lonicera periclymenum*																			
185	*Lonicera pileata*														X					
186	*Lonicera tatarica*																			
187	*Lonicera xylosteum*		X				X	X		X	X	X		X						X
188	*Lotus corniculatus var. sativus*																			
189	*Luzula multiflora*				X							X						X		X
190	*Lycopus europaeus*									X										
191	*Lysimachia nummularia*				X	X	X													
192	*Lysimachia vulgaris*									X										
193	*Mahonia aquifolium*			X																X
194	*Malus domestica*		X	X											X					
195	*Malus toringo*						X													
196	*Matteuccia struthiopteris*																			
197	*Medicago lupulina*																			
198	*Melilotus officinalis*																			
199	*Mespilus germanica*																			
200	*Milium effusum*																			X
201	*Moehringia trinervia*									X								X		
202	*Mycelis muralis*			X	X															X
203	*Myosotis arvensis*																			
204	*Myosotis ramosissima*																			
205	*Oenothera parviflora agg.*			X		X					X							X		
206	*Oenothera fallax*																			
207	*Oenothera issleri*					X	X					X								
208	*Origanum vulgare*																			

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
209	*Paeonia officinalis s.l.*			X																
210	*Parthenocissus inserta*																			
211	*Parthenocissus tricuspidata*								X											
212	*Pastinaca sativa*																			
213	*Persicaria amphibia var. terrestre*																			
214	*Persicaria hydropiper*																			
215	*Phalaris arundinacea*														X					
216	*Philadelphus-Hybride*										X	X	X			X				
217	*Phleum pratense*																			
218	*Phragmites australis*									X										
219	*Phyllostachys aureosulcata*																			
220	*Picea abies*			X																
221	*Picris hieracioides*																			
222	*Pinus sylvestris*			X	X						X									
223	*Plantago lanceolata*																			
224	*Poa angustifolia*		X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X			X
225	*Poa annua*				X		X				X					X				
226	*Poa compressa*						X			X			X							
227	*Poa nemoralis*		X	X	X	X	X				X	X	X		X		X		X	X
228	*Poa palustris*			X			X								X					
229	*Poa pratensis s.str.*		X	X	X		X			X	X		X		X	X		X		
230	*Poa trivialis*		X				X													
231	*Polystichum aculeatum*																			
232	*Populus alba*																			
233	*Populus balsamifera agg.*				X															
234	*Populus maximowiczii-Hybride*		X	X	X	X			X		X									X
235	*Populus nigra cv. Italica-Hybride*			X		X			X		X	X					X			
236	*Populus tremula*		X	X		X	X		X	X	X		X			X				X
237	*Potentilla anserina*						X					X								
238	*Potentilla norvegica*																			
239	*Potentilla recta*																			
240	*Potentilla reptans*																			
241	*Prunella vulgaris*			X	X						X		X							X
242	*Prunus avium*	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	X
243	*Prunus cerasifera*				X												X			
244	*Prunus cerasus*			X						X										
245	*Prunus laurocerasus s.l.*																			
246	*Prunus mahaleb*			X						X	X						X			
247	*Prunus padus*		X	X	X		X			X			X				X		X	X
248	*Prunus serotina*		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X		X
249	*Prunus spinosa*		X																	
250	*Pseudofumaria lutea*																			
251	*Pteridium aquilinum*	X								X			X							
252	*Pyracantha coccinea*					X	X													X
253	*Pyrola minor*																			
254	*Pyrus communis*																			
255	*Quercus cerris*		X	X																
256	*Quercus petraea*			X														X		
257	*Quercus robur*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
258	*Quercus rubra*	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X				
259	*Quercus ×rosacea*																			
260	*Ranunculus ficaria*						X													
261	*Ranunculus repens*					X												X		
262	*Rhamnus cathartica*	X		X							X									
263	*Rhus hirta*																			
264	*Ribes alpinum*																			
265	*Ribes nigrum*										X									
266	*Ribes rubrum*		X	X			X		X	X	X	X	X				X		X	X
267	*Ribes sanguineum*			X					X											

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
268	*Ribes uva-crispa*			X	X		X		X		X			X			X			X
269	*Robinia pseudoacacia*	X	X	X			X			X	X		X	X						
270	*Rodgersia aesculifolia*						X													
271	*Rosa canina s.l.*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X
272	*Rosa glauca*																			
273	*Rosa multiflora*		X	X								X					X			
274	*Rosa rubiginosa*			X		X	X			X	X	X	X				X	X		
275	*Rosa rugosa*																			
276	*Rubus adornatoides*								X											
277	*Rubus adspersus*																			
278	*Rubus armeniacus*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		
279	*Rubus caesius*																			
280	*Rubus camptostachys*		X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X		X
281	*Rubus corylifolius agg.*				X			X	X		X	X							X	
282	*Rubus crassidens*																			
283	*Rubus elegantispinosus*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
284	*Rubus fruticosus agg.*							X		X	X				X			X	X	
285	*Rubus gratus*											X								
286	*Rubus idaeus*		X						X	X	X							X	X	X
287	*Rubus laciniatus*										X									
288	*Rubus lasiandrus*																			
289	*Rubus macrophyllus*		X				X					X				X			X	
290	*Rubus nemerosus*																			
291	*Rubus parahebecarpus*										X									
292	*Rubus pyramidalis*			X		X				X			X			X				
293	*Rubus rudis*					X														
294	*Rubus schleicheri*																			
295	*Rubus sprengelii*												X							
296	*Rubus vestitus*	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X			X		X	X
297	*Rubus vinetorum*											X								
298	*Rubus winteri*						X												X	
299	*Rubus ×dumetorum*										X									
300	*Rumex acetosella*																			
301	*Rumex crispus*																			
302	*Rumex obtusifolius*															X		X		
303	*Rumex sanguineus*																			
304	*Rumex ×pratensis*																			
305	*Salix alba*		X	X			X		X	X		X	X		X		X			X
306	*Salix aurita*						X											X		
307	*Salix caprea*	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
308	*Salix fragilis*																			
309	*Salix ×capreola*																			X
310	*Salix ×dasyclados*			X		X					X		X							
311	*Salix ×multinervis*									X	X									
312	*Salix ×reichardtii*		X	X		X	X			X	X		X							
313	*Salix ×rubens*																			
314	*Salix ×smithiana*										X		X							X
315	*Sambucus ebulus*																			
316	*Sambucus nigra*	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
317	*Sambucus nigra var. laciniata*									X										
318	*Sambucus racemosa*															X				
319	*Saponaria officinalis*			X													X			
320	*Scrophularia auriculata*																			
321	*Scrophularia nodosa*						X			X	X							X	X	
322	*Sedum acre*																			
323	*Senecio erucifolius*																			
324	*Senecio inaequidens*			X						X	X					X		X		
325	*Senecio jacobaea*						X				X					X		X		X
326	*Senecio viscosus*																			

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
327	*Solanum dulcamara*									X	X									X
328	*Solanum nigrum ssp. nigrum*																	X		
329	*Solanum nigrum ssp. schultesii*																			
330	*Solidago canadensis*			X		X				X	X									
331	*Solidago gigantea*			X	X					X		X								X
332	*Sonchus asper*																			X
333	*Sonchus oleraceus*																			
334	*Sorbus aria*																			
335	*Sorbus aucuparia*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
336	*Sorbus intermedia*		X	X	X				X				X							X
337	*Stachys sylvatica*										X									
338	*Stellaria media*									X										
339	*Symphoricarpos albus*			X													X			
340	*Syringa vulgaris*										X									
341	*Tanacetum vulgare*																			
342	*Taraxacum Sekt. Ruderalia*			X	X		X			X	X				X	X		X		X
343	*Taxus baccata*			X	X		X					X					X			X
344	*Teucrium scorodonia*																			
345	*Tilia cordata*									X	X		X				X			X
346	*Tilia platyphyllos*		X	X																
347	*Tilia ×europaea "Pallida"*			X		X				X										X
348	*Torilis japonica*																			
349	*Trifolium repens*			X																X
350	*Tussilago farfara*									X										
351	*Ulmus glabra*												X							X
352	*Ulmus ×hollandica*																			
353	*Urtica dioica var. angustifolia*																			
354	*Urtica dioica var. dioica*	X		X		X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X
355	*Verbascum blattaria*																			
356	*Verbascum lychnitis*																			
357	*Verbascum nigrum*																			
358	*Verbascum phlomoides*																			
359	*Verbascum thapsus*																			
360	*Verbascum ×incanum*																			
361	*Veronica arvensis*				X		X									X				
362	*Veronica officinalis*															X		X		
363	*Veronica serpyllifolia*			X	X		X				X	X						X		
364	*Viburnum lantana*			X						X	X		X							X
365	*Viburnum opulus*		X	X	X	X			X	X	X		X		X		X			X
366	*Viburnum rhytidophyllum*								X											
367	*Vicia angustifolia ssp. angustifolia*																			
368	*Vicia angustifolia ssp. segetalis*																			
369	*Vicia cracca*																			
370	*Vicia hirsuta*		X	X			X													
371	*Vicia tetrasperma*			X	X						X									
372	*Vincetoxicum hirundinaria*																			
373	*Viola arvensis*																	X		
374	*Viola reichenbachiana agg.*					X						X								
375	*Vulpia myuros*				X															

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon (Höhere Pflanzen)	**39** Zeche u. Kokerei Graf Schwerin I/II (Castrop-Rauxel-Schwerin) (MTB 4409/42)	**40** Zeche u. Kokerei Victor III/IV (Castrop-Rauxel-Habinghorst) (MTB 4409/22)	**41** Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde) (MTB 4410/32)	**42** Güterbahnhof Dortmund-Ost (Dortmund-Zentrum-Ost) (MTB 4410/44)	**43** Verladehafen Zeche Minister Achenbach (Dortmund-Schwieringhausen) (MTB 4410/12)	**44** Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg (Dortmund-Ellinghausen) (MTB 4410/23)	**45** Zeche u. Kokerei Emscher-Lippe III/IV (Datteln) (MTB 4310/13)	**46** Zeche Waltrop I/II Schacht Minister Achenbach (Waltrop) (MTB 4310/43)	**47** Zeche Monopol Schacht Grillo (Kamen-Westick) (MTB 4411/22)	**48** Zeche Königsborn III/IV Koks- u. Holzlager (Bönen / Kamen-Werve) (MTB 4412/12)
1	*Acer campestre*	X		X	X	X	X	X		X	X
2	*Acer ginnala*										
3	*Acer platanoides*	X	X	X		X		X	X	X	
4	*Acer platanoides* "Crimson King"								X		
5	*Acer pseudoplatanus*	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6	*Acer pseudoplatanus* "Pupureum"	X					X		X	X	
7	*Acer saccharinum*										
8	*Achillea millefolium*										X
9	*Aegopodium podagraria*									X	
10	*Aesculus hippocastanum*	X								X	
11	*Agrimonia eupatoria*					X			X		
12	*Agropyron repens*					X	X				
13	*Agrostis capillaris*	X	X		X	X	X	X	X	X	X
14	*Agrostis gigantea*										
15	*Agrostis stolonifera*										
16	*Ailanthus altissima*										
17	*Aira praecox*										
18	*Ajuga reptans* "Atropurpurea"										
19	*Ajuga reptans* s.str.										
20	*Alchemilla mollis*										
21	*Alliaria petiolata*			X		X		X		X	X
22	*Alnus cordata*										
23	*Alnus glutinosa*									X	
24	*Alnus incana*									X	
25	*Amelanchier lamarckii*	X				X					X
26	*Anemone nemerosa*										
27	*Arabidopsis thaliana*			X							
28	*Arctium minus*					X					
29	*Arenaria serpyllifolia*			X							
30	*Armoracia rusticana*		X								
31	*Arrhenatherum elatius*	X		X		X	X		X		X

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
32	*Artemisia vulgaris*			X					X		X
33	*Arum maculatum*										
34	*Athyrium filix-femina*										
35	*Berberis julianae*			X							
36	*Berberis thunbergii*										
37	*Betula pendula*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	*Betula ×aurata*	X		X		X		X	X		
39	*Brachypodium sylvaticum*							X			
40	*Bromus inermis*										
41	*Bromus sterilis*										
42	*Bromus tectorum*										
43	*Bryonia dioica*										
44	*Buddleya davidii*			X	X						
45	*Calamagrostis epigejos*	X	X	X		X	X	X	X	X	X
46	*Calystegia sepium*										
47	*Campanula rapunculus*								X		
48	*Campanula rotundifolia*								X		
49	*Capsella bursa-pastoris*										
50	*Caragana arborescens*										
51	*Cardamine flexuosa*										
52	*Cardamine hirsuta*		X								
53	*Cardaminopsis arenosa*										
54	*Carduus acanthoides*			X							
55	*Carex disticha*										
56	*Carex hirta*	X	X						X	X	
57	*Carex leporina*										
58	*Carex muricata s.str.*										
59	*Carex otrubae*										
60	*Carex pendula*										
61	*Carex pilulifera*										
62	*Carex remota*										
63	*Carex spicata*			X							
64	*Carex sylvatica*										
65	*Carpinus betulus*	X	X	X		X	X	X	X		X
66	*Castanea sativa*										
67	*Cerastium glomeratum*										
68	*Cerastium holosteoides var. vulgare*							X	X		
69	*Cerastium semidecandrum*										
70	*Cerastium tomentosum*			X							
71	*Chaerophyllum temulum*									X	X
72	*Chelidonium majus*										
73	*Circaea lutetiana*							X	X		
74	*Cirsium arvense*		X	X		X			X	X	X
75	*Cirsium palustre*										
76	*Cirsium vulgare*		X							X	
77	*Clematis vitalba*		X					X	X		X
78	*Convallaria majalis*										
79	*Conyza canadensis*										
80	*Cornus mas*										
81	*Cornus sanguinea*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
82	*Cornus sericea*	X				X		X		X	X
83	*Corylus avellana*	X		X	X		X	X	X	X	X
84	*Corylus colurna*										
85	*Corylus maxima*										
86	*Cotoneaster dielsianus*	X						X			X
87	*Cotoneaster divaricatus*										
88	*Cotoneaster hjelmqvistii*										
89	*Cotoneaster horizontalis*										
90	*Cotoneaster moupinensis*										

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
91	*Cotoneaster rehderi*							X			
92	*Cotoneaster salicifolius*										
93	*Cotoneaster ×suecicus*	X									
94	*Crataegus laevigata*								X		
95	*Crataegus monogyna s.l.*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
96	*Crataegus pedicellata*										
97	*Crataegus persimilis*					X					
98	*Dactylis glomerata*	X	X		X	X		X	X	X	X
99	*Daucus carota*										
100	*Deschampsia cespitosa*	X				X			X		
101	*Deschampsia flexuosa*	X						X	X		
102	*Digitalis purpurea*										
103	*Dryopteris borreri*										
104	*Dryopteris carthusiana*		X			X		X	X		
105	*Dryopteris dilatata*		X								
106	*Dryopteris filix-mas*		X	X				X	X	X	X
107	*Duchesnia indica*										
108	*Echium vulgare*			X					X		
109	*Eleagnus angustifolia*										
110	*Epilobium angustifolium*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
111	*Epilobium ciliatum*		X	X			X	X			
112	*Epilobium hirsutum*										
113	*Epilobium lanceolatum*			X			X				
114	*Epilobium montanum*	X						X	X		
115	*Epilobium parviflorum*	X		X			X				
116	*Epilobium tetragonum*	X		X							
117	*Epilobium ×interjectum*	X									
118	*Epipactis helleborine*	X				X	X	X	X		
119	*Equisetum arvense*			X							
120	*Erigeron annuus*										
121	*Erophila verna*										
122	*Euonymus europaeus*	X	X	X				X		X	X
123	*Eupatorium cannabinum*			X			X		X		X
124	*Fagus sylvatica*	X				X	X		X		
125	*Fallopia convolvulus*										
126	*Fallopia dumetorum*							X			
127	*Fallopia japonica*										
128	*Festuca arundinacea ssp. arundinacea*					X					
129	*Festuca brevipila*										
130	*Festuca pratensis*	X									
131	*Festuca rubra ssp. rubra*			X							
132	*Fragaria vesca*	X		X			X		X		X
133	*Fragaria ×ananassa*										
134	*Frangula alnus*							X			
135	*Fraxinus excelsior*	X	X	X		X	X	X	X	X	X
136	*Fraxinus excelsior f. monophylla*										
137	*Galeopsis tetrahit*		X								
138	*Galium album*								X		X
139	*Galium aparine*	X		X			X				
140	*Galium odoratum*										
141	*Galium verum*								X		
142	*Geranium robertianum*			X	X		X		X		X
143	*Geum urbanum*	X				X	X	X	X		
144	*Glechoma hederacea*	X	X				X		X	X	X
145	*Hedera helix*	X				X			X		X
146	*Heracleum sphondylium*							X			
147	*Hesperis matronalis*			X							
148	*Hieracium aurantiacum*										
149	*Hieracium caespitosum*			X							

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
150	*Hieracium lachenalii*			X	X				X	X	X
151	*Hieracium laevigatum*					X					
152	*Hieracium pilosella*								X		
153	*Hieracium piloselloides agg.*			X					X		
154	*Hieracium sabaudum agg.*	X	X			X	X		X	X	X
155	*Holcus lanatus*	X	X			X	X	X	X		
156	*Humulus lupulus*		X	X		X		X	X		
157	*Hypericum maculatum*										
158	*Hypericum perforatum*	X	X	X	X		X	X	X	X	X
159	*Hypericum ×desetangsii*			X							
160	*Hypochaeris radicata*								X		
161	*Ilex aquifolium*							X	X		
162	*Impatiens parviflora*							X			
163	*Inula conyzae*			X					X		X
164	*Juglans regia*										
165	*Juncus effusus*	X							X		
166	*Juncus inflexus*										
167	*Juncus tenuis*			X							
168	*Kerria japonica*										
169	*Laburnum anagyroides*										
170	*Lactuca serriola*										
171	*Lamium album*										
172	*Lamium argentatum*			X				X			
173	*Lamium maculatum*										
174	*Lapsana communis*								X		
175	*Lathyrus pratensis*										
176	*Lepidium virginicum*								X		
177	*Leucanthemum vulgare agg.*										X
178	*Ligustrum ovalifolium*	X				X	X		X		X
179	*Ligustrum vulgare*			X						X	X
180	*Linaria vulgaris*			X		X					X
181	*Lolium perenne*										
182	*Lonicera henryi*										
183	*Lonicera ledebourii*										
184	*Lonicera periclymenum*	X		X				X			
185	*Lonicera pileata*										
186	*Lonicera tatarica*			X							
187	*Lonicera xylosteum*	X	X	X	X	X			X	X	X
188	*Lotus corniculatus var. sativus*										
189	*Luzula multiflora*										
190	*Lycopus europaeus*										
191	*Lysimachia nummularia*										
192	*Lysimachia vulgaris*		X								
193	*Mahonia aquifolium*					X					X
194	*Malus domestica*	X								X	
195	*Malus toringo*										
196	*Matteuccia struthiopteris*	X									
197	*Medicago lupulina*										X
198	*Melilotus officinalis*										X
199	*Mespilus germanica*					X					
200	*Milium effusum*										
201	*Moehringia trinervia*		X								
202	*Mycelis muralis*				X						X
203	*Myosotis arvensis*							X			X
204	*Myosotis ramosissima*										
205	*Oenothera parviflora agg.*	X		X							
206	*Oenothera fallax*								X		
207	*Oenothera issleri*			X							
208	*Origanum vulgare*								X		

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
209	*Paeonia officinalis s.l.*										
210	*Parthenocissus inserta*								X	X	
211	*Parthenocissus tricuspidata*										
212	*Pastinaca sativa*								X		X
213	*Persicaria amphibia var. terrestre*										
214	*Persicaria hydropiper*										
215	*Phalaris arundinacea*										
216	*Philadelphus-Hybride*					X				X	
217	*Phleum pratense*										
218	*Phragmites australis*										
219	*Phyllostachys aureosulcata*										
220	*Picea abies*										
221	*Picris hieracioides*										X
222	*Pinus sylvestris*										
223	*Plantago lanceolata*										
224	*Poa angustifolia*			X		X			X		
225	*Poa annua*										
226	*Poa compressa*			X	X						X
227	*Poa nemoralis*	X		X	X	X	X	X	X		X
228	*Poa palustris*			X							
229	*Poa pratensis s.str.*	X	X	X					X		
230	*Poa trivialis*	X									
231	*Polystichum aculeatum*										
232	*Populus alba*										
233	*Populus balsamifera agg.*										
234	*Populus maximowiczii-Hybride*			X							
235	*Populus nigra cv. Italica-Hybride*					X		X			X
236	*Populus tremula*	X		X	X	X		X	X		X
237	*Potentilla anserina*										
238	*Potentilla norvegica*			X							
239	*Potentilla recta*										
240	*Potentilla reptans*	X									X
241	*Prunella vulgaris*			X				X	X	X	X
242	*Prunus avium*	X	X	X	X	X	X		X	X	X
243	*Prunus cerasifera*						X		X		
244	*Prunus cerasus*										
245	*Prunus laurocerasus s.l.*							X			
246	*Prunus mahaleb*					X					X
247	*Prunus padus*					X	X	X		X	X
248	*Prunus serotina*	X	X	X		X	X	X		X	
249	*Prunus spinosa*										
250	*Pseudofumaria lutea*										
251	*Pteridium aquilinum*								X		
252	*Pyracantha coccinea*										
253	*Pyrola minor*										
254	*Pyrus communis*										
255	*Quercus cerris*										
256	*Quercus petraea*	X									
257	*Quercus robur*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
258	*Quercus rubra*		X						X	X	
259	*Quercus ×rosacea*										
260	*Ranunculus ficaria*										
261	*Ranunculus repens*										
262	*Rhamnus cathartica*									X	
263	*Rhus hirta*										
264	*Ribes alpinum*										
265	*Ribes nigrum*										
266	*Ribes rubrum*		X	X			X	X		X	
267	*Ribes sanguineum*										

<u>Forts. Anhang IVa</u>: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
268	*Ribes uva-crispa*		X	X			X	X		X	
269	*Robinia pseudoacacia*			X				X			
270	*Rodgersia aesculifolia*										
271	*Rosa canina s.l.*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
272	*Rosa glauca*										
273	*Rosa multiflora*							X		X	
274	*Rosa rubiginosa*	X		X						X	
275	*Rosa rugosa*										
276	*Rubus adornatoides*										
277	*Rubus adspersus*							X			
278	*Rubus armeniacus*	X	X	X	X		X	X		X	X
279	*Rubus caesius*										X
280	*Rubus camptostachys*	X		X		X		X			
281	*Rubus corylifolius agg.*	X					X	X	X		
282	*Rubus crassidens*										
283	*Rubus elegantispinosus*	X	X		X	X	X	X	X		
284	*Rubus fruticosus agg.*				X	X		X	X		X
285	*Rubus gratus*		X					X			
286	*Rubus idaeus*		X		X	X		X	X		X
287	*Rubus laciniatus*										
288	*Rubus lasiandrus*										
289	*Rubus macrophyllus*		X					X			
290	*Rubus nemerosus*										
291	*Rubus parahebecarpus*										
292	*Rubus pyramidalis*		X							X	
293	*Rubus rudis*									X	
294	*Rubus schleicheri*										
295	*Rubus sprengelii*										
296	*Rubus vestitus*							X			
297	*Rubus vinetorum*										
298	*Rubus winteri*										
299	*Rubus ×dumetorum*										
300	*Rumex acetosella*										
301	*Rumex crispus*										
302	*Rumex obtusifolius*										
303	*Rumex sanguineus*								X		
304	*Rumex ×pratensis*										
305	*Salix alba*					X			X		
306	*Salix aurita*										
307	*Salix caprea*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
308	*Salix fragilis*										
309	*Salix ×capreola*		X								
310	*Salix ×dasyclados*										
311	*Salix ×multinervis*										
312	*Salix ×reichardtii*			X				X	X		
313	*Salix ×rubens*										
314	*Salix ×smithiana*		X								
315	*Sambucus ebulus*										
316	*Sambucus nigra*	X	X	X	X		X	X	X	X	
317	*Sambucus nigra var. laciniata*									X	
318	*Sambucus racemosa*										
319	*Saponaria officinalis*										X
320	*Scrophularia auriculata*										
321	*Scrophularia nodosa*		X			X	X	X		X	
322	*Sedum acre*										
323	*Senecio erucifolius*										
324	*Senecio inaequidens*		X	X					X		
325	*Senecio jacobaea*										
326	*Senecio viscosus*										

Forts. Anhang IVa: Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
327	*Solanum dulcamara*		X								
328	*Solanum nigrum ssp. nigrum*				X						
329	*Solanum nigrum ssp. schultesii*			X							
330	*Solidago canadensis*		X	X		X	X	X			
331	*Solidago gigantea*		X	X					X		X
332	*Sonchus asper*	X	X								
333	*Sonchus oleraceus*			X							
334	*Sorbus aria*				X	X					
335	*Sorbus aucuparia*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
336	*Sorbus intermedia*	X		X	X		X				X
337	*Stachys sylvatica*									X	
338	*Stellaria media*										
339	*Symphoricarpos albus*										
340	*Syringa vulgaris*							X			
341	*Tanacetum vulgare*		X								X
342	*Taraxacum Sekt. Ruderalia*			X		X	X		X	X	X
343	*Taxus baccata*				X						
344	*Teucrium scorodonia*					X			X		
345	*Tilia cordata*	X		X			X				
346	*Tilia platyphyllos*	X									
347	*Tilia ×europaea "Pallida"*										
348	*Torilis japonica*					X					
349	*Trifolium repens*			X							
350	*Tussilago farfara*					X			X		
351	*Ulmus glabra*			X							
352	*Ulmus ×hollandica*									X	
353	*Urtica dioica var. angustifolia*										
354	*Urtica dioica var. dioica*	X	X	X		X	X	X	X	X	
355	*Verbascum blattaria*										
356	*Verbascum lychnitis*										
357	*Verbascum nigrum*								X		
358	*Verbascum phlomoides*							X			
359	*Verbascum thapsus*			X					X		
360	*Verbascum ×incanum*										
361	*Veronica arvensis*										
362	*Veronica officinalis*							X	X		
363	*Veronica serpyllifolia*							X			
364	*Viburnum lantana*	X				X	X			X	
365	*Viburnum opulus*					X				X	X
366	*Viburnum rhytidophyllum*										
367	*Vicia angustifolia ssp. angustifolia*										
368	*Vicia angustifolia ssp. segetalis*										
369	*Vicia cracca*		X			X					
370	*Vicia hirsuta*					X	X		X		X
371	*Vicia tetrasperma*										X
372	*Vincetoxicum hirundinaria*										X
373	*Viola arvensis*										
374	*Viola reichenbachiana agg.*										
375	*Vulpia myuros*			X							

<u>Forts. Anhang IVa:</u> Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Niedere Pflanzen	**1** Landschaftspark Duisburg-Nord (Duisburg-Meiderich) (MTB 4506/21)	**2** Sinteranlage Duisburg-Beek (Duisburg-Beek) (MTB 4606/23)	**3** Zeche Sterkrade (Oberhausen-Sterkrade) (MTB 4407/34)	**4** Halde Hausmannfeld (Oberhausen-Alt-Oberhausen) (MTB 4507/12)	**5** Zeche Vondern (Oberhausen-Osterfeld) (MTB 4507/12)	**6** Formsandgräberei "Am Donnerberg" (Bottrop-Lehmkuhle) (MTB 4407/43)	**7** Halde Welheimer Mark (Bottrop-Welheim) (MTB 4407/44)	**8** Sammelbahnhof Frintrop (Essen-Frintrop) (MTB 4507/12)	**9** Zeche u. Kokerei Helene (Essen-Altenessen) (MTB 4508/11)	**10** Zeche Zollverein Schachtanlage XII (Essen-Katernberg) (MTB 4508/11)	**11** Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg) (MTB 4508/11)	**12** Zeche u. Kokerei Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck) (MTB 4408/41)	**13** Zeche u. Kokerei Dahlbusch II/V/VIII (Gelsenkirchen-Rotthausen) (MTB 4408/41)	**14** Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf) (MTB 4408/44)	**15** Zeche u. Kokerei Rheinelbe (Gelsenkirchen-Ückendorf) (MTB 4508/21)	**16** Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel) (MTB 4408/12)	**17** Zeche Schlägel u. Eisen II (Herten-Disteln) (MTB 4308/44)	**18** VEBA Kohlesammellager Herten / ehem. Hafen Julia (Herten-Süd) (MTB 4408/24)	**19** Zeche Hannover I/II/V (Bochum-Hordel) (MTB 4508/22)	**20** Zeche u. Kokerei Hannover III/IV/VI (Bochum-Günnigfeld) (MTB 4508/22)
1	*Amblystegium serpens*										X										
2	*Atrichum undulatum*			X		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
3	*Brachythecium albicans*																				
4	*Brachythecium rutabulum*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	*Calliergonella cuspidata*													X	X						
6	*Campylopus introflexus*							X			X									X	X
7	*Ceratodon purpureus*																				
8	*Climacium dendroides*												X	X						X	
9	*Dicranella heteromalla*															X					
10	*Dicranum scoparium*																			X	
11	*Eurhynchium praelongum*												X		X	X				X	
12	*Fissidens taxifolius*										X										
13	*Hypnum cupressiforme*										X					X				X	
14	*Plagiomnium affine*					X															
15	*Plagiomnium undulatum*												X								
16	*Polytrichum formosum*			X				X			X			X	X	X				X	
17	*Polytrichum juniperinum*										X										
18	*Polytrichum piliferum*			X																	
19	*Rhytidiadelphus squarrosus*				X		X			X	X			X	X	X				X	
20	*Rhytidiadelphus triquetrus*									X					X						
21	*Scleropodium purum*			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	
22	*Thuidium tamariscinum*					X				X			X	X	X		X				
23	*Tortula muralis*										X										
24	*Cladonia coniocrea*										X										
25	*Cladonia fimbriata*																			X	
26	*Cladonia furcata* ssp. *furcata*																			X	
27	*Cladonia humilis*			X																	
28	*Cladonia subulata*													X							
29	*Peltigera* spec.		X		X																

<u>Forts. Anhang IVa:</u> Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Niedere Pflanzen	**21** Zeche u. Kokerei Königsgrube (Herne-Röhlinghausen) (MTB 4408/44)	**22** Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum) (MTB 4509/11)	**23** Güterbahnhof Weitmar (Bochum-Weitmar) (MTB 4509/14)	**24** Zeche Lothringen III/IV (Bochum-Bergen) (MTB 4409/34)	**25** Halde Zeche u. Kokerei Lothringen I/II (Bochum-Gerthe) (MTB 4409/44)	**26** Zeche Robert Müser (Bochum-Harpen) (MTB 4509/22)	**27** Kokerei Amalia (Bochum-Werne) (MTB 4509/22)	**28** Halde Zeche Pluto VII / Thyssenhalde (Herne-Wanne) (MTB 4408/42)	**29** Zeche u. Kokerei Pluto V / Fa. Optelaak (Herne-Wanne) (MTB 4408/44)	**30** Zeche u. Kokerei Shamrock III/IV/XI Blumenthal XI (Herne-Wanne) (MTB 4409/31)	**31** Zeche u. Kokerei MontCenis III (Herne-Sodingen) (MTB 4409/41)	**32** Zeche Constantin d. Große XI (Herne-Sodingen) (MTB 4409/41)	**33** Zeche u. Kokerei Constantin d. Große XI (Herne-Sodingen) (MTB 4409/41)	**34** Zeche Constantin d. Große IV/V (Herne-Sodingen) (MTB 4409/34)	**35** Bahntrasse Herne-Börnig (Herne-Börnig) (MTB 4409/23)	**36** Verladehafen Zeche Friedrich d. Große (CastropRauxel-Pöppinghausen) (MTB 4409/23)	**37** Zeche u. Kokerei Blumenthal / Haardt I/II/VI (Recklinghausen-Zentrum) (MTB 4309/34)	**38** Zeche u. Kokerei König Ludwig I/II (Recklinghausen-Röllinghausen) (MTB 4409/12)	**39** Zeche u. Kokerei Graf Schwerin I/II (Castrop-Rauxel-Schwerin) (MTB 4409/42)	**40** Zeche u. Kokerei Victor III/IV (Castrop-Rauxel-Habinghorst) (MTB 4409/22)
1	*Amblystegium serpens*																				
2	*Atrichum undulatum*	X		X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X		X
3	*Brachythecium albicans*																				
4	*Brachythecium rutabulum*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	*Calliergonella cuspidata*				X																
6	*Campylopus introflexus*									X					X					X	
7	*Ceratodon purpureus*					X				X											
8	*Climacium dendroides*	X		X							X			X							
9	*Dicranella heteromalla*																				
10	*Dicranum scoparium*					X				X									X		
11	*Eurhynchium praelongum*						X				X										
12	*Fissidens taxifolius*																				
13	*Hypnum cupressiforme*			X					X	X					X				X		
14	*Plagiomnium affine*																				
15	*Plagiomnium undulatum*	X																			
16	*Polytrichum formosum*	X		X		X				X	X				X				X	X	
17	*Polytrichum juniperinum*																				X
18	*Polytrichum piliferum*									X											
19	*Rhytidiadelphus squarrosus*	X		X											X					X	X
20	*Rhytidiadelphus triquetrus*	X			X	X								X					X		
21	*Scleropodium purum*	X	X	X	X	X				X	X			X			X		X		X
22	*Thuidium tamariscinum*	X			X									X					X		
23	*Tortula muralis*																				
24	*Cladonia coniocrea*								X												
25	*Cladonia fimbriata*																				
26	*Cladonia furcata* ssp. *Furcata*																				
27	*Cladonia humilis*									X											
28	*Cladonia subulata*																				
29	*Peltigera* spec.																				

<u>Forts. Anhang IVa:</u> Florenliste der Untersuchungsflächen spontaner Industriewälder

Nr.	Taxon Niedere Pflanzen	**41** Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde) (MTB 4410/32)	**42** Güterbahnhof Dortmund-Ost (Dortmund-Zentrum-Ost) (MTB 4410/44)	**43** Verladehafen Zeche Minister Achenbach (Dortmund-Schwieringhausen) (MTB 4410/12)	**44** Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg (Dortmund-Ellinghausen) (MTB 4410/23)	**45** Zeche u. Kokerei Emscher-Lippe III/IV (Datteln) (MTB 4310/13)	**46** Zeche Waltrop I/II Schacht Minister Achenbach (Waltrop) (MTB 4310/43)	**47** Zeche Monopol Schacht Grillo (Kamen-Westick) (MTB 4411/22)	**48** Zeche Königsborn III/IV Koks u. Holzlager (Bönen / Kamen-Werve) (MTB 4412/12)
1	*Amblystegium serpens*								
2	*Atrichum undulatum*	X	X		X	X		X	
3	*Brachythecium albicans*						X		
4	*Brachythecium rutabulum*	X	X	X	X	X	X	X	X
5	*Calliergonella cuspidata*	X							X
6	*Campylopus introflexus*	X					X		
7	*Ceratodon purpureus*	X							
8	*Climacium dendroides*								
9	*Dicranella heteromalla*								
10	*Dicranum scoparium*				X		X		
11	*Eurhynchium praelongum*								
12	*Fissidens taxifolius*								
13	*Hypnum cupressiforme*	X			X		X		
14	*Plagiomnium affine*								X
15	*Plagiomnium undulatum*					X			
16	*Polytrichum formosum*	X			X	X	X		
17	*Polytrichum juniperinum*						X		
18	*Polytrichum piliferum*								
19	*Rhytidiadelphus squarrosus*				X	X	X	X	X
20	*Rhytidiadelphus triquetrus*					X			
21	*Scleropodium purum*	X		X	X	X			X
22	*Thuidium tamariscinum*						X		X
23	*Tortula muralis*								
24	*Cladonia coniocrea*								
25	*Cladonia fimbriata*								
26	*Cladonia furcata* ssp. *Furcata*								
27	*Cladonia humilis*	X							
28	*Cladonia subulata*	X							
29	*Peltigera* spec.								

Anhang IVb: Florenliste der Untersuchungsflächen von Robinienforsten

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	**1** Knappenhalde (Oberhausen-Alt-Oberhausen) (MTB 4507/12)	**2** Halde Zeche Zollverein XII (Essen-Stoppenberg) (MTB 4508/12)	**3** Halde Matthias Stinnes (Essen-Karnap) (MTB 4408/31)	**4** Halde Zeche Königsgrube (Wanne-Eickel) (MTB 4408/44)	**5** Halde Zeche Hannover III/IV/VI (Bochum-Günnigfeld) (MTB 4508/22)	**6** Halde Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum) (MTB 4509/14)	**7** Halde Zeche Hannibal I (Bochum-Hofstede) (MTB 4509/31)
1	*Acer platanoides*		X				X	
2	*Acer pseudoplatanus*	X	X	X	X	X	X	X
3	*Aesculus hippocastanum*	X						
4	*Ailanthus altissima*	X						
5	*Alliaria petiolata*	X		X		X		
6	*Alnus incana*	X						
7	*Arctium minus*						X	
8	*Athyrium filix-femina*		X					
9	*Betula pendula*		X		X		X	
10	*Betula ×aurata*		X					
11	*Bryonia dioica*	X						
12	*Calamagrostis epigejos*						X	
13	*Carex spicata*				X			
14	*Carpinus betulus*		X					
15	*Chaerophyllum temulum*	X						
16	*Cirsium vulgare*						X	
17	*Cornus sanguinea*			X	X		X	X
18	*Corylus avellana*	X	X	X		X		X
19	*Cotoneaster divaricatus*						X	
20	*Crataegus monogyna* s.l.		X		X	X	X	X
21	*Crataegus pedicellata*				X			
22	*Crataegus persimilis*					X		
23	*Dactylis glomerata*			X			X	
24	*Dryopteris dilatata*	X	X					
25	*Dryopteris filix-mas*	X				X		
26	*Epilobium ciliatum*	X						
27	*Epilobium montanum*		X				X	
28	*Epilobium parviflorum*						X	
29	*Epilobium tetragonum*						X	
30	*Euonymus europaeus*	X				X		X
31	*Fallopia japonica*	X			X			X
32	*Fragaria vesca*						X	
33	*Fraxinus excelsior*		X		X		X	X

Forts. Anhang IVb: Florenliste der Untersuchungsflächen von Robinienforsten

Nr.	Taxon Höhere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7
34	*Galium aparine*	X				X		
35	*Geum urbanum*				X	X	X	X
36	*Hedera helix*				X		X	
37	*Holcus lanatus*		X				X	
38	*Humulus lupulus*	X						
39	*Hypericum perforatum*						X	
40	*Ilex aquifolium*		X					
41	*Impatiens parviflora*	X						
42	*Ligustrum ovalifolium*	X					X	
43	*Lonicera xylosteum*	X						
44	*Lycium chinense*	X						
45	*Oenothera biennis* agg.		X					
46	*Parthenocissus inserta*	X						
47	*Poa annua*		X					
48	*Poa nemoralis*			X	X			
49	*Poa palustris*						X	
50	*Poa pratensis* s.str.						X	
51	*Poa trivialis*						X	
52	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride						X	
53	*Potentilla norvegica*						X	
54	*Prunus avium*		X		X		X	
55	*Prunus cerasifera*	X						
56	*Prunus mahaleb*				X			
57	*Prunus padus*		X					X
58	*Prunus serotina*		X					
59	*Quercus robur*		X	X	X	X		
60	*Quercus rubra*			X			X	
61	*Rhamnus cathartica*	X						
62	*Ribes rubrum*				X			
63	*Ribes uva-crispa*			X	X		X	
64	*Robinia pseudoacacia*	X	X	X	X	X	X	X
65	*Rosa canina* s.l.						X	
66	*Rubus armeniacus*	X	X	X	X	X	X	X
67	*Rubus camptostachys*					X		
68	*Rubus elegantispinosus*		X				X	
69	*Rubus gratus*							X
70	*Rubus nemorosus*		X					
71	*Rubus vestitus*		X	X				
72	*Salix caprea*				X		X	
73	*Sambucus nigra*	X	X	X	X	X	X	X
74	*Sambucus nigra* f. *laciniata*		X		X			
75	*Sambucus racemosa*		X					
76	*Scrophularia nodosa*						X	
77	*Solanum nigrum* ssp. *nigrum*						X	
78	*Solanum nigrum* ssp. *schultesii*	X						
79	*Solidago canadensis*						X	
80	*Sonchus asper*						X	
81	*Sonchus oleraceus*						X	
82	*Sorbus aucuparia*		X	X				
83	*Stellaria media*				X			
84	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*				X		X	
85	*Taxus baccata*		X					
86	*Ulmus glabra*	X						
87	*Urtica dioica* var. *dioica*	X		X	X	X	X	X
88	*Viola odorata*	X						

Forts. Anhang IVb: Florenliste der Untersuchungsflächen von Robinienforsten

Nr.	Taxon Niedere Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7
1	*Atrichum undulatum*		X		X			X
2	*Brachythecium rutabulum*	X	X	X	X		X	X
3	*Dicranella heteromalla*		X					
4	*Fissidens taxifolius*				X			X

Anhang V: Fundortsverzeichnis pflanzensoziologische Tabellen

lfd.-Nr.	MTB	Lokalität
1-5	4506/21	Landschaftspark Duisburg-Nord (Duisburg-Meiderich)
6-8	4606/23	Sinteranlage (Duisburg-Beek)
9-14	4407/34	Zeche Sterkrade (Oberhausen-Sterkrade)
15-18	4507/12	Halde Hausmannsfeld (Oberhausen-Alt-Oberhausen)
19-27	4507/12	Zeche u. Kokerei Vondern (Oberhausen-Osterfeld)
28	4407/43	Formsandgräberei "Am Donnerberg" (Bottrop-Lehmkuhle)
29-30	4407/44	Halde Welheimer Mark (Bottrop-Welheim)
31-35	4507/12	Sammelbahnhof Frintrop (Essen-Frintrop)
36-45	4508/11	Zeche u. Kokerei Helene (Essen-Altenessen)
46-67	4508/12	Zeche Zollverein Schachtanlage XII (Essen-Katernberg)
68-70	4508/11	Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg)
71-76	4408/41	Zeche u. Kokerei Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen-Bismarck)
77-81	4408/41	Zeche u. Kokerei Dahlbusch II/V/VIII (Gelsenkirchen Rotthausen)
82-109	4408/44	Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf)
110-127	4508/21	Zeche u. Kokerei Rheinelbe (Gelsenkirchen-Ückendorf)
128	4408/12	Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel)
129	4308/44	Zeche Schlägel u. Eisen II (Herten-Disteln)
130-144	4508/22	Zeche Hannover I/II/V (Bochum-Hordel)
145-148	4508/22	Zeche u. Kokerei Hannover III/IV/VI (Bochum-Günnigfeld)
149-154	4408/44	Zeche u. Kokerei Königsgrube (Herne-Röhlinghausen)
155-169	4509/11	Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum)
170-175	4509/14	Güterbahnhof Weitmar (Bochum-Weitmar)
176-179	4409/34	Zeche Lothringen III/IV (Bochum-Bergen)
180-191	4409/44	Halde Zeche u. Kokerei Lothringen I/II (Bochum-Gerthe)
192-193	4509/22	Zeche Robert Müser (Bochum-Harpen)
194-198	4509/22	Kokerei Amalia (Bochum-Werne)
199-202	4408/24	VEBA Kohlesammellager Herten / ehem. Hafen Julia (Herten-Süd)
203-209	4408/42	Halde Zeche Pluto VII / Thyssenhalde (Herne-Wanne)
210-229	4408/44	Zeche u. Kokerei Pluto V / Fa. Optelaak (Herne-Wanne)
230-235	4409/31	Zeche u. Kokerei Shamrock III/IV/XI / Blumenthal XI (Herne-Wanne)
236-239	4409/41	Zeche u. Kokerei Mont-Cenis III (Herne-Sodingen)
240-242	4409/41	Zeche Constantin d. Große XI (Herne-Sodingen)
243-246	4409/41	Zeche u. Kokerei Constantin d. Große X (Herne-Sodingen / Bochum-Hiltrop)
247-250	4409/34	Zeche Constantin d. Große IV/V (Herne-Sodingen)
251-254	4409/23	Bahntrasse Herne-Börnig (Herne-Börnig)
255-257	4409/23	Verladehafen Zeche Friedrich d. Große (Castrop-Rauxel-Pöppinghausen)
258-259	4309/34	Zeche u. Kokerei Blumenthal / Haardt I/II/VI (Recklinghausen-Zentrum)
260-263	4409/12	Zeche u. Kokerei König Ludwig (Recklinghausen-Röllinghausen)
264-273	4409/42	Zeche u. Kokerei Graf Schwerin I/II (Castrop-Rauxel-Schwerin)
274-278	4409/22	Zeche u. Kokerei Victor III/IV (Castrop-Rauxel-Habinghorst)
279-283	4410/32	Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)
284	4410/44	Güterbahnhof Dortmund-Ost (Dortmund-Zentrum-Ost)
285-289	4410/12	Verladehafen Zeche Minister Achenbach (Dortmund-Schwieringhausen)
290-293	4410/23	Zeche u. Kokerei Fürst Hardenberg (Dortmund-Ellinghausen)
294-301	4310/13	Zeche u. Kokerei Emscher-Lippe III/IV (Datteln)
302-308	4310/43	Zeche Waltrop I/II Schacht Minister Achenbach (Waltrop)
309-313	4411/22	Zeche Monopol Schacht Grillo (Kamen-Westick)
314-316	4412/12	Zeche Königsborn III/IV Koks- und Holzlager (Bönen / Kamen-Werve)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 1: *Dittrichia graveolens*-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**1**
	Gesamtsippenzahl		20
	Ausgangssubstrat		B
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		4
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		30
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		60
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		0,4
	Taxon		
	Dittrichia graveolens	K	3
Artemisietea-Arten:	*Echium vulgare*	K	2a
	Senecio inaequidens	K	1
	Solidago gigantea	K	1
	Reseda lutea	K	+
	Epilobium parviflorum	K	+
	Hypericum perforatum	K	+
Chenopodietea-Arten:	*Chenopodium rubrum*	K	1
	Chenopodium glaucum	K	r
	Chenopodium polyspermum	K	1
	Persicaria lapathifolia s.l.	K	+
	Tripleurospermum perforatum	K	r
	Sonchus asper	K	1
Plantaginetea-Arten:	*Polygonum aviculare* s.l.	K	1
	Poa annua	K	+
	Plantago major	K	+
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Symphytum officinale*	K	r
Galio-Urticetea-Arten:	*Epilobium ciliatum*	K	+
Begleiter:	*Betula pendula* (juv.)	K	r
	Buddleja davidii (juv.)	K	r

Abkürzung Ausgangssubstrat:
B = Berge

Vegetationsschichten:
K = Krautschicht

Aufnahmeort: Kohlesammellager Herten (Herten)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 2: *Spergularia rubra*-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**2**
	Gesamtsippenzahl		16
	Ausgangssubstrat		B
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		5
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		40
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		0,1
	Taxon		
Plantaginetea-Arten:	*Spergularia rubra*	K	3
	Poa annua	K	1
	Sagina procumbens	K	+
	Veronica serpyllifolia	K	+
Sedo-Scleranthetea-Arten:	*Veronica avensis*	K	2m
	Erophila verna	K	1
	Cerastium semidecandrum	K	1
Chenopodietea-Arten:	*Persicaria maculosa*	K	+
Artemisietea-Arten:	*Solidago gigantea*	K	+
	Senecio inaequidens	K	+
Begleiter:	*Cardamine hirsuta*	K	+
	Cerastium holosteoides var. *vulgare*	K	+
	Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	r
	Stellaria media	K	r
Moose:	*Ceratodon purpureus*	M	1
Flechten:	*Peltigera* spec.	F	+

Abkürzung Ausgangssubstrat:
B = Berge

Vegetationsschichten:
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Aufnahmeort: Zeche Zollverein XII (Essen-Katernberg)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 3: *Senecio inaequidens*-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**3**
	Gesamtsippenzahl		21
	Ausgangssubstrat		E, Ks
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		5,5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		30
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		80
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		0,6
	Taxon		
Artemisietea-Arten:	*Senecio inaequidens*	K	4
	Echium vulgare	K	2b
	Hypericum perforatum	K	2a
	Tanacetum vulgare	K	1
	Artemisia vulgaris	K	+
	Cirsium arvense	K	+
	Cirsium vulgare	K	r
	Solidago gigantea	K	+
Chenopodietea-Arten:	*Amaranthus albus*	K	2a
	Geranium molle	K	2a
	Conyza canadensis	K	1
	Solanum nigrum ssp. *schultesii*	K	1
	Chenopodium rubrum	K	+
	Mercurialis annua	K	+
	Vicia hirsuta	K	+
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Arrhenatherum elatius*	K	1
	Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	r
Plantaginetea-Arten:	*Poa annua*	K	1
Begleiter:	*Rubus elegantispinosus*	K	r
Moose:	*Brachythecium albicans*	M	2m
	Ceratodon purpureus	M	2m

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
E = Eisenhüttenschlacken
Ks = Kalkschotter

Vegetationsschichten:
K =Krautschicht
M = Moosschicht

Aufnahmeort: Brache O.Vision (Oberhausen-Neue Mitte)

<u>Anhang VI:</u> Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 4: *Dauco-Picridetum*

	Aufnahme-Nr.		**4**
	Gesamtsippenzahl		26
AC = Assoziationscharakterart	**Ausgangssubstrat**		B
VC = Verbandscharakterart	**pH-Wert (in 5 cm Tiefe)**		6
VD = Verbandsdifferentialart	**Größe der Aufnahmefläche (in m²)**		30
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		65
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		0,8
	Taxon		
Artemisietea-Arten / AC Dauco-Picridetum	*Picris hieracioides*	K	2a
Artemisietea-Arten / VC Dauco-Melilotion	*Daucus carota*	K	+
Artemisietea-Arten / VD Dauco-Melilotion	*Echium vulgare*	K	2a
<u>weitere Artemisietea-Arten</u>	*Pastinaca sativa*	K	1
	Hypericum perforatum	K	1
	Senecio inaequidens	K	+
	Inula conyzae	K	1
	Oenothera issleri	K	1
	Reseda lutea	K	+
	Eupatorium cannabinum	K	+
<u>Molinio-Arrhenatheretea-Arten:</u>	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*	K	+
	Galium album	K	+
<u>Nardo-Callunetea-Arten:</u>	*Hieracium pilosella*	K	2b
	Campanula rotundifolia	K	r
<u>Rhamno-Prunetea-Arten:</u>	*Betula pendula* (juv.)	K	+
<u>Querco-Fagetea-Arten:</u>	*Hieracium murorum*	K	1
	Hieracium sabaudum agg.	K	r
<u>Begleiter:</u>	*Origanum vulgare*	K	1
	Tussilago farfara	K	1
	Diplotaxis tenuifolia	K	r
<u>Moose:</u>	*Brachythecium albicans*	M	2a
	Campylopus introflexus	M	2m
	Ceratodon purpureus	M	2m
	Hypnum cupressiforme	M	2m
	Polytrichum juniperinum	M	2m
<u>Flechten:</u>	*Cladonia humilis*	F	2m

<u>Abkürzung Ausgangssubstrat:</u>
B = Berge

<u>Vegetationsschichten:</u>
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

<u>Aufnahmeort</u>: Zeche Waltrop I/II (Waltrop)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 5: *Echio-Melilotetum*

	Aufnahme-Nr.		**5**
	Gesamtsippenzahl		30
AC = Assoziationscharakterart	**Ausgangssubstrat**		B
VC = Verbandscharakterart	**pH-Wert (in 5 cm Tiefe)**		5
VD = Verbandsdifferentialart	**Größe der Aufnahmefläche (in m²)**		100
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		60
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		0,7
	Taxon		
Artemisietea-Arten / AC Echio-Melilotetum	*Melilotus albus*	K	+
Artemisietea-Arten / VC Dauco-Melilotion	*Daucus carota*	K	1
Artemisietea-Arten / VD Dauco-Melilotion	*Echium vulgare*	K	+
weitere Artemisietea-Arten	*Pastinaca sativa*	K	1
	Hypericum perforatum	K	+
	Senecio inaequidens	K	+
	Solidago gigantea	K	1
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*	K	1
	Achillea millefolium	K	1
	Festuca rubra agg.	K	1
	Leontodon saxatilis	K	+
Agropyretea intermedii-repentis-Arten:	*Hieracium piloselloides* agg.	K	2b
	Poa compressa	K	1
Agrostietea stoloniferae-Arten:	*Potentilla reptans*	K	1
	Carex hirta	K	1
Chenopodietea-Arten:	*Vulpia myuros*	K	1
	Anagallis arvensis	K	1
Sedo-Scleranthetea-Arten:	*Cardaminopsis arenosa*	K	+
	Cerastium semidecandrum	K	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Betula pendula* (juv.)	K	1
	Rosa canina s.l.	K	+
Querco-Fagetea-Arten:	*Hieracium murorum*	K	1
Begleiter:	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride	K	1
	Calamagrostis epigejos	K	+
Moose:	*Brachythecium albicans*	M	2a
	Campylopus introflexus	M	2m
	Ceratodon purpureus	M	2a
Flechten:	*Cladonia chlorophaea* agg.	F	2m
	Cladonia humilis	F	2m
	Cladonia subulata	F	2m

Abkürzung Ausgangssubstrat:
B = Berge

Vegetationsschichten:
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Aufnahmeort: Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 6: *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**6**	**7**	**8**
	Gesamtsippenzahl		28	22	28
	Anzahl an Gehölzsippen		10	4	7
	Anzahl krautiger Sippen		18	18	21
	Ausgangssubstrat		Ks, Ba	E	Bs
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		7	5,5	5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		100	50	100
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4	4	3
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		1,2	1,05	1,4
	Taxon				
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Buddleja davidii*	S	3	3	3
	Betula pendula	S	2a	2b	1
	Salix caprea	S	2a	-	-
	Rhus hirta	S	+	-	-
	Populus tremula	S	-	-	2a
	Cornus sanguinea	S	-	-	+
Querco-Fagetea-Arten:	*Prunus serotina*	S	-	-	2a
	Acer campestre	S	r	-	-
Salicetea purpureae-Arten:	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride	S	2a	-	-
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Betula pendula* (juv.)	K	+	1	+
	Buddleja davidii	K	1	1	+
	Rubus armeniacus	K	+	-	2a
	Rubus caesius	K	3	-	-
	Crataegus monogyna s.l. (juv.)	K	+	-	-
	Ligustrum vulgare	K	+	-	-
	Salix caprea (juv.)	K	-	r	-
	Populus tremula (juv.)	K	-	-	1
	Rubus corylifolius agg.	K	-	-	1
Querco-Fagetea-Arten:	*Scrophularia nodosa*	K	1	-	-
	Fraxinus excelsior (juv.)	K	-	r	-
	Prunus serotina (juv.)	K	-	-	+
Epilobietea-Arten:	*Calamagrostis epigejos*	K	1	-	+
	Fragaria vesca	K	-	-	1
	Epilobium angustifolium	K	-	-	+
Galio-Urticetea-Arten:	*Epilobium ciliatum*	K	1	-	1
	Urtica dioica var. *dioica*	K	+	-	-
	Epilobium tetragonum	K	-	+	-
	Geranium robertianum	K	-	-	1
	Cardamine hirsuta	K	-	-	+
Artemisietea-Arten:	*Solidago gigantea*	K	4	2a	-
	Hypericum perforatum	K	1	1	1
	Cirsium arvense	K	1	-	+
	Eupatorium cannabinum	K	+	-	+
	Oenothera fallax	K	+	-	-
	Artemisia vulgaris	K	+	-	-
	Epilobium parviflorum	K	+	-	-
	Senecio inaequidens	K	-	1	+
	Verbascum thapsus	K	-	+	+
	Cirsium vulgare	K	-	+	-
	Oenothera erythrosepala	K	-	+	-
	Senecio jacobaea	K	-	+	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 6.: *Buddleja davidii-Betula pendula*-Gesellschaft

Artemisietea-Arten:	*Reseda lutea*	K	-	-	1
	Tanacetum vulgare	K	-	-	+
	Lactuca serriola f. *serriola*	K	-	-	+
	Daucus carota	K	-	-	r
	Echium vulgare	K	-	-	+
Festuco-Brometea-Arten:	*Carlina vulgaris*	K	-	1	-
	Arenaria serpyllifolia	K	-	-	+
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Poa palustris*	K	-	1	+
	Holcus lanatus	K	1	-	-
	Prunella vulgaris	K	1	-	-
	Agrostis capillaris	K	+	-	-
	Rumex crispus	K	+	-	-
	Veronica serpyllifolia	K	+	-	-
	Cerastium holosteoides var. *vulgare*	K	-	1	-
Agrostietea stoloniferae-Arten:	*Carex hirta*	K	1	-	-
Chenopodietea-Arten:	*Vicia hirsuta*	K	-	+	-
	Trispleurospermum perforatum	K	-	r	-
	Conyza canadensis	K	-	-	r
	Sonchus asper	K	-	-	r
Moose:	*Calliergonella cuspidata*	M	2b	-	-
	Brachythecium albicans	M	-	3	-
	Bryum argenteum	M	-	-	2m
	Tortula muralis	M	-	2m	2m
Flechten:	*Cladonia humilis*	F	-	2m	-
	Cladonia subulata	F	-	2m	-
	Peltigera spec.	F	-	2a	-

Aufnahmeorte:
6 = Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg)
7 = Brache O.Vision (Oberhausen-Neue Mitte)
8 = Bahnbrache Güterbahnhof Gelsenkirchen-Zoo (Gelsenkirchen-Bismarck)

Vegetationsschichten:
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Abkürzungen
Ausgangssubstrat:
Ba = Bauschutt
Bs = Basaltschotter
E = Eisenhüttenschlacke
Ks = Kalksteinschotter

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 7: *Crataegus monogyna* s.l.-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**9**
	Gesamtsippenzahl		36
	Ausgangssubstrat		Ks, K
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		7
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		100
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		100
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		3
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		1,3
	Taxon		
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Crataegus monogyna* s.l.	S	3
	Rosa canina s.l.	S	+
	Ligustrum vulgare	S	r
	Betula pendula	S	r
Salicetea purpureae-Arten:	*Populus nigra* cv. Italica-Hybride	S	r
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Crataegus monogyna* s.l. (juv.)	K	2a
	Rosa canina s.l.	K	1
	Amelanchier lamarckii	K	+
	Cornus sanguinea	K	+
	Ligustrum vulgare	K	+
	Prunus mahaleb (juv.)	K	+
Artemisietea-Arten:	*Tanacetum vulgare*	K	2a
	Echium vulgare	K	1
	Picris hieracioides	K	1
	Linaria vulgaris	K	1
	Rubus caesius	K	1
	Senecio jacobaea	K	1
	Hypericum perforatum	K	+
	Melilotus albus	K	+
	Oenothera biennis agg.	K	+
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Arrhenatherum elatius*	K	2a
	Achillea millefolium	K	2b
	Galium album	K	+
	Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	r
Querco-Fagetea-Arten:	*Hieracium lachenalii*	K	1
	Quercus robur	K	+
	Fraxinus excelsior	K	+
Epilobietea-Arten:	*Calamagrostis epigejos*	K	2b
	Fragaria vesca	K	1
Trifolio-Geranietea:	*Clinopodium vulgare*	K	+
	Agrimonia eupatoria	K	r
Agropyretea intermedii-repentis-Arten:	*Carex hirta*	K	1
	Hieracium piloselloides agg.	K	1
Sedo-Scleranthetea-Arten:	*Erophila verna*	K	2m
Moose:	*Entodon concinnus*	M	2a
	Plagiomnium affine	M	2m
	Pleurozium schreberi	M	2m
	Rhytidiadelphus squarrosus	M	2m
Flechten:	*Cladonia furcata*	F	2m

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
Ks = Kalkschotter
K = Kokereischlamm

Vegetationsschichten:
S = Strauchschicht; K = Krautschicht;
M = Moosschicht; F = Flechtenschicht

Aufnahmeort:
NSG Holzplatz Bönen

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 8: *Salix alba*-Gesellschaft

	Aufnahme-Nr.		**10**	**11**
	Gesamtsippenzahl		49	27
	Anzahl an Gehölzsippen		19	10
	Anzahl krautiger Sippen		30	17
	Ausgangssubstrat		Ba	Ba
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		7	6
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		100	100
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		100	95
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		5	5
	Max. Höhe der Krautschicht (in m)		1,3	1,3
	Taxon			
	Salix alba	S	3	2b
	Betula pendula	S	2a	2a
	Alnus glutinosa	S	+	2a
	Populus alba	S	2a	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Betula ×aurata*	S	2a	-
	Salix caprea	S	+	-
	Crataegus monogyna s.l.	S	+	-
	Salix ×smithiana	S	-	r
Salicetea purpureae-Arten:	*Populus maximowiczii*-Hybride	S	r	-
	Alnus incana	S	-	+
	Populus nigra cv. Italica-Hybride	S	-	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Betula pendula* (juv.)	K	1	1
	Rosa canina s.l.	K	1	r
	Salix caprea (juv.)	K	1	-
	Crataegus monogyna s.l. (juv.)	K	1	-
	Betula ×aurata (juv.)	K	+	-
	Rosa rubiginosa	K	+	-
	Rubus corylifolius agg.	K	+	-
	Rubus elegantispinosus	K	+	-
	Populus tremula (juv.)	K	r	-
	Corylus avellana	K	r	-
	Sorbus aucuparia (juv.)	K	r	-
	Salix ×smithiana (juv.)	K	r	-
	Rubus armeniacus	K	-	r
Salicetea purpureae-Arten:	*Alnus incana* (juv.)	K	+	-
	Populus alba (juv.)	K	+	-
	Populus nigra cv. Italica-Hybride (juv.)	K	-	+
Querco-Fagetea-Arten:	*Fraxinus excelsior* (juv.)	K	+	r
	Acer campestre (juv.)	K	r	-
	Hieracium sabaudum agg.	K	+	-
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Holcus lanatus*	K	2a	1
	Cerastium holosteoides var. *vulgare*	K	+	+
	Prunella vulgaris	K	+	+
	Luzula multiflora	K	1	-
	Festuca pratensis	K	+	-
	Dactylis glomerata	K	+	-
	Achillea millefolium	K	+	-
	Ranunculus acris	K	+	-
	Trifolium repens	K	-	+

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 8: *Salix alba*-Gesellschaft

Artemisietea-Arten:	*Solidago gigantea*	K	3	5
	Hypericum perforatum	K	1	1
	Pastinaca sativa	K	1	-
	Oenothera parviflora agg.	K	+	-
	Epilobium parviflorum	K	+	-
	Eupatorium cannabinum	K	r	-
	Cirsium arvense	K	-	+
	Oenothera issleri	K	-	+
Agrostietea -Arten:	*Agrostis stolonifera*	K	+	+
	Verbena officinalis	K	r	-
	Potentilla norvegica	K	-	+
	Juncus effusus	K	-	r
Agropyretea-Arten:	*Tussilago farfara*	K	1	1
	Equisetum arvense	K	+	1
	Hieracium piloselloides agg.	K	+	-
Epilobietea-Arten:	*Fragaria vesca*	K	2a	-
Galio-Urticetea-Arten:	*Epilobium ciliatum*	K	1	1
Begleiter:	*Medicago lupulina*	K	2m	-
	Vicia tetrasperma	K	2m	-
	Hieracium aurantiacum	K	1	-
	Agrimonia eupatoria	K	+	-
	Juncus tenuis	K	+	-
	Senecio jacobaea	K	+	-
Moose:	*Calliergonella cuspidata*	M	5	-
	Scleropodium purum	M	-	3
	Brachythecium rutabulum	M	-	2b
	Rhytidiadelphus squarrosus	M	-	2m

Abkürzung Ausgangssubstrat:
Ba = Bauschutt

Vegetationsschichten:
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

Aufnahmeorte (Nr.):
7 = Zeche u. Kokerei Alma (Gelsenkirchen-Ückendorf)
8 = Kokerei Hassel (Gelsenkirchen-Hassel)

<u>Anhang VI:</u> Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 9: Magere Ausprägungen der *Betula pendula*-Gesellschaft und des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

			A					**B**
			C				**D**	
			E	**F**				**E**
			G	**H**				
	Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
	lfd. Aufnahme-Nr.		144	140	142	143	141	307
	Gesamtsippenzahl		22	42	38	38	31	34
	Ausgangssubstrat		Be	Be	Be	Be	Be	Be
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		4	4	4	4	4	4
	Mittlere N-Zahl Krautschicht (Median)		5	5	5	5	5	4
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		500	500	500	500	400	300
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		80	90	95	90	95	85
	Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		12	9	9	10	12	9
	Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		8	7	-	-	8	-
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4	3	5	5	4	3
	Taxon							
<u>Bäume:</u>	*Betula pendula*	1.B	3	2b	4	4	3	3
	Betula pendula	2.B	-	3	-	-	2b	-
	Populus nigra cv. Italica-Hybride	1.B	-	-	+	-	-	-
	Populus nigra cv. Italica-Hybride	2.B	+	-	-	-	-	-
	Tilia cordata	2.B	2a	-	-	-	-	-
<u>Querco-Fagetea-Arten:</u>	*Acer pseudoplatanus*	S	3	2a	2b	2a	-	-
	Tilia cordata	S	2a	2a	2a	2a	-	-
	Acer pseudoplatanus "Purpureum"	S	+	-	2a	+	-	-
	Acer platanoides	S	r	+	r	-	-	-
	Prunus avium	S	-	-	+	r	-	-
	Prunus serotina	S	-	-	r	r	-	-
	Quercus rubra	S	-	+	-	-	-	-
	Acer campestre	S	-	-	+	-	r	-
	Fraxinus excelsior	S	-	-	-	r	-	-
<u>Rhamno-Prunetea-Arten:</u>	*Betula pendula*	S	1	1	1	1	1	2a
	Rosa rubiginosa	S	-	-	+	+	-	-
	Sorbus aucuparia	S	-	-	+	+	-	-
	Rosa canina s.l.	S	-	-	+	-	-	-
	Populus nigra cv. Italica-Hybride	S	-	-	r	-	-	-
	Amelanchier lamarckii	S	-	-	-	r	-	-
	Crataegus monogyna s.l.	S	-	-	-	r	-	r
	Lonicera xylosteum	S	-	-	-	r	-	-
	Viburnum lantana	S	-	-	-	r	-	-
<u>Querco-Fagetea-Arten:</u>	*Poa nemoralis*	K	1	2a	3	2a	1	+
	Quercus robur (juv.)	K	-	r	+	+	+	+
	Acer pseudoplatanus (juv.)	K	1	1	1	1	1	-
	Acer campestre (juv.)	K	-	+	+	+	+	-
	Fraxinus excelsior (juv.)	K	-	+	+	+	+	-
	Acer platanoides (juv.)	K	-	+	+	-	+	-
	Quercus rubra (juv.)	K	-	r	r	-	+	-
	Prunus serotina (juv.)	K	-	+	r	1	-	-
	Taxus baccata (juv.)	K	-	-	r	+	r	-
	Prunus avium (juv.)	K	-	-	+	r	-	-
	Dryopteris filix-mas	K	-	-	r	-	-	-
	Ilex aquifolium (juv.)	K	-	-	-	r	-	-
	Convallaria majalis	K	1	-	-	-	-	-
	Anemone nemerosa	K	+	-	-	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 9: Magere Ausprägungen der *Betula pendula*-Gesellschaft und des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

			A					B
Magerkeitszeiger (N-Zahl 1-4)[1]:			I		J		I	
Sedo-Scleranthetea-Arten:	*Sedum acre*	K	-	1	-	-	-	-
	Myosotis ramosissima	K	-	1	-	-	-	-
	Erophila verna	K	-	+	-	-	-	-
	Arabidopsis thaliana	K	-	+	-	-	-	-
	Aira praecox	K	-	2m	-	-	1	-
	Rumex acetosella	K	-	r	-	-	+	-
	Cladonia fimbriata	F	-	2m	-	-	2m	-
	Cerastium semidecandrum	K	-	2m	-	-	+	-
	Cladonia furcata ssp. *furcata*	F	-	-	-	-	2m	-
Nardo-Callunetea-Arten:	*Hieracium caespitosum*	K	2m	1	2a	2m	-	-
	Hieracium pilosella	K	-	-	-	-	-	2a
	Campanula rotundifolia	K	-	-	-	-	-	+
Festuco-Brometea-Arten:	*Festuca brevipila*	K	+	-	1	1	-	-
	Inula conyzae	K	-	-	-	-	-	1
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Galium verum**	K	-	-	-	-	-	+
	Hypochaeris radicata	K	-	-	-	-	-	+
	Deschampsia cespitosa	K	-	-	r	-	-	-
Artemisietea-Arten:	*Senecio inaequidens*	K	-	+	-	-	+	2a
Trifolio-Geranietea-Arten:	*Origanum vulgare**	K	-	-	-	-	-	2a
	Teucrium scorodonia	K	-	-	-	-	-	2b
AC Hieracio-Betuletum	*Hieracium piloselloides* agg.	K	-	-	-	-	-	2a
Querco-Fagetea-Arten:	*Deschampsia flexuosa*	K	-	+	-	-	-	-
OC Quercetalia robori-petraeae	*Hieracium sabaudum* agg.	K	-	-	+	+	r	+
VC Quercion robori-petraeae	*Hieracium lachenalii*	K	-	-	-	-	-	1
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Rosa canina* s.l.	K	+	-	-	+	r	+
	Crataegus monogyna s.l.	K	-	-	+	+	-	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Rosa rubiginosa*	K	-	+	+	+	-	-
	Sorbus aucuparia (juv.)	K	-	+	+	r	-	-
	Mahonia aquifolium	K	-	r	r	+	-	-
	Lonicera xylosteum	K	-	+	-	r	-	-
	Rubus corylifolius agg.	K	-	+	-	+	-	-
	Rubus armeniacus	K	-	-	+	+	-	-
	Lonicera henryi	K	-	-	r	r	-	-
	Rubus vestitus	K	-	-	r	-	-	-
	Rubus camptostachys	K	-	-	-	r	-	-
	Rubus idaeus	K	-	-	-	+	-	-
	Betula pendula (juv.)	K	-	-	-	-	-	+
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:	*Taraxacum* Sekt. *Ruderalia*	K	r	+	r	+	r	1
	Dactylis glomerata	K	+	+	1	1	-	-
	Agrostis capillaris	K	-	-	-	1	+	1
	Holcus lanatus	K	-	1	-	+	-	1
	Cerastium holosteoides var. *vulgare*	K	-	+	-	-	+	-
	Rumex crispus	K	-	+	-	-	-	-
	Senecio jacobaea	K	-	-	+	-	-	-
	Arrhenatherum elatius	K	-	-	1	2a	-	-
	Galium album	K	-	-	-	-	-	+
	*Campanula rapunculus**	K	-	-	-	-	-	r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 9: Magere Ausprägungen der *Betula pendula*-Gesellschaft und des *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

			A					B
			K	L				
Epilobietea-Arten:	*Fragaria vesca*	K	-	2a	2a	2a	1	1
	Calamagrostis epigejos	K	-	2m	2a	2a	-	+
	Epilobium angustifolium	K	1	-	-	-	1	-
Artemisietea-Arten:	*Saponaria officinalis*	K	1	-	-	-	-	-
	Oenothera fallax	K	-	-	-	-	-	1
	Pastinaca sativa	K	-	-	-	-	-	1
	Echium vulgare	K	-	-	-	-	-	1
	Verbascum nigrum	K	-	-	-	-	-	+
	Verbascum thapsus	K	-	-	-	-	-	r
	Cirsium arvense	K	-	-	-	-	r	-
Galio-Urticetea-Arten:	*Cardamine hirsuta*	K	-	1	-	-	-	-
	Glechoma hederacea	K	+	-	-	-	-	-
	Geum urbanum	K	-	-	-	-	r	-
Chenopodietea-Arten:	*Lepidium virginicum*	K	-	-	-	-	-	1
	Cerastium glomeratum	K	-	1	-	-	-	-
	Sonchus asper	K	-	r	-	-	-	-
Plantaginetea-Arten:	*Poa annua*	K	-	+	-	-	-	-
Moose:	*Brachythecium rutabulum*	M	-	2a	2m	2m	2m	-
	Scleropodium purum	M	-	2m	2m	2m	2m	-
	Polytrichum formosum	M	-	2b	2a	2a	4	-
	Rhytidiadelphus squarrosus	M	-	-	2a	2a	2m	-
	Atrichum undulatum	M	-	1	-	-	2m	-
	Campylopus introflexus	M	-	2m	-	-	2a	2m
	Hypnum cupressiforme	M	-	-	-	-	1	3
	Brachythecium albicans	M	-	-	-	-	-	2m
	Polytrichum juniperinum	M	-	-	-	-	-	2m

Abkürzung Ausgangssubstrat:
Be = Berge

[1] nach ELLENBERG & al. (1992)
* Sippe vermutlich angesalbt
(vgl. Kap. 8.1.4)

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Aufnahmeorte (lfd. Nr.):
140-144 = Zeche Hannover I/II (Bochum-Hordel)
307 = Zeche Waltrop I/II (Waltrop)

A = *Betula pendula*-Gesellschaft
B = *Hieracio-Betuletum*
C = Variante mit Häufung von Gehölzjungwuchs von *Querco-Fagetea*-Arten in der Strauchschicht
D = Variante ohne Häufung von Gehölzjungwuchs von *Querco-Fagetea*-Arten in der Strauchschicht
E = Variante ohne Häufung von Gehölzjungwuchs von *Querco-Fagetea*-Arten in der Krautschicht
F = Variante mit Häufung von Gehölzjungwuchs von *Querco-Fagetea*-Arten in der Krautschicht
G = Fazies mit *Convallaria majalis* und *Anemone nemerosa*
H = Fazies ohne anspruchsvolle krautige *Querco-Fagetea*-Arten
I = Variante ohne Häufung von Gehölzjungwuchs von *Rhamno-Prunetea*-Arten in der Krautschicht
J = Variante mit Häufung von Gehölzjungwuchs von *Rhamno-Prunetea*-Arten in der Krautschicht
K = moosfreie Variante
L = moosreiche Variante

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 10: *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft

		A																			B
		C											D					E			F
Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
lfd. Aufnahme-Nr.		15	18	16	20	17	14	2	19	3	7	4	13	11	9	10	12	6	8	1	5
Gesamtsippenzahl		16	20	18	14	18	13	13	17	17	12	30	14	12	13	11	11	17	13	13	18
Anzahl an Gehölzsippen		12	13	11	9	13	8	8	12	11	8	12	11	12	11	8	9	13	10	6	8
Anzahl krautiger Sippen		4	7	7	5	5	5	5	5	6	4	18	3	0	2	3	2	4	3	7	10
Gehölzsippen in der Strauchschicht		9	6	7	8	6	5	7	6	10	4	7	9	10	10	6	7	5	6	1	6
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		4	4,5	4	4	4,5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5
Größe der Aufnahmefläche (in m²)		400	400	400	500	400	400	400	400	400	300	500	500	500	500	500	500	500	400	500	500
Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		90	90	85	80	85	90	80	80	75	85	85	95	95	90	80	85	85	55	80	80
Hangneigung (in %)		0	30	0	0	25	0	45	60	45	25	0	0	0	0	0	0	0	20	30	0
Ausgangssubstrat		B	B, Ba	B	B	B, Ba	B	B, Ba	B	B, Ba	B, Ba	Mu	B	B	B	B	B	Ba	B	B, Ba	Mu, Ba
Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		13	16	13	15	16	13	12	15	12	17	12	15	15	13	13	15	16	16	20	15
Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		8	9	8	10	10	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	10	9	12	10
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		3	4	3	5	5	5	4	4	5	4	3	3	5	3	5	3	5	4	4	4
Taxon																					
Robinia pseudoacacia	1.B	3	2b	3	3	2b	3	3	3	3	4	2b	5	4	4	3	3	4	3	3	3
Robinia pseudoacacia	2.B	2a	2a	2a	2a	-	2a	2a	2b	2a	2a	4	2b	2a	2a	2b	2a	2b	+	+	2b
Robinia pseudoacacia	S	+	+	r	+	r	+	2a	2b	-	-	2a	2a	+	+	+	+	-	-	-	+
Robinia pseudoacacia	K	+	-	1	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Sambucus nigra	S	2a	2b	2a	2a	3	3	2b	+	3	2a	r	1	2a	+	2a	2a	4	2a	3	-
Acer pseudoplatanus	2.B	+	2a	+	2a	2b	-	-	-	-	2a	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Acer pseudoplatanus	S	+	-	r	+	2b	-	-	-	r	2a	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Acer pseudoplatanus	K	-	+	-	-	1	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	1	-	r	-
Rubus armeniacus	S	1	+	-	+	-	-	r	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus armeniacus	K	5	5	4	4	3	4	1	+	+	+	2a	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus elegantispinosus	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Rubus elegantispinosus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	5	4	4	4	-	-	-	-
Solidago canadensis	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 10: *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft

Rhamno-Prunetea-Arten:		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Betula pendula	1.B	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Betula pendula	2.B	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-
Salix caprea	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salix caprea	2.B	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a
Ailanthus altissima	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crataegus monogyna s.l.	2.B	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Querco-Fagetea-Arten:																					
Ulmus glabra	1.B	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus glabra	2.B	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	-
Quercus robur	2.B	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fraxinus excelsior	2.B	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Rhamno-Prunetea-Arten:																					
Corylus avellana	S	1	-	+	+	-	-	-	r	+	-	-	2a	2a	-	2a	-	+	+	-	-
Crataegus monogyna s.l.	S	r	2a	-	r	+	1	-	-	-	2a	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-
Betula pendula	S	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	+	-	-	-	+
Cornus sanguinea	S	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sambucus nigra f. *laciniata*	S	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Sambucus racemosa	S	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	r	-	-	-	-	-	-
Sorbus aucuparia	S	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-
Euonymus europaeus	S	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
Crataegus persimilis	S	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnus cathartica	S	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ligustrum ovalifolium	S	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lycium chinense	S	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Querco-Fageta-Arten:																					
Fraxinus excelsior	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	+	-	r	-	-	-	+	1	-	+
Prunus avium	S	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	+	-	-	-	-	-	-
Quercus robur	S	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-
Prunus serotina	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	r	-	-	-	-
Ulmus glabra	S	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prunus padus	S	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 10: ***Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft**

		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Rhamno-Prunetea-Arten:																					
Rubus nemorosus	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	+	+	1	+	-	-	-	-
Crataegus monogyna s.l. (juv.)	K	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ribes uva-crispa	K	-	+	-	-	2a	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Sambucus nigra	K	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cornus sanguinea	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	r	r	-	-
Betula pendula (juv.)	K	-	-	1	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ligustrum ovalifolium	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r
Rubus vestitus	K	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus camptostachys	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-
Querco-Fagetea-Arten:																					
Fraxinus excelsior (juv.)	K	+	+	-	-	+	r	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	+	2a	-	+
Athyrium filix-femina	K	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	+	+	r	-	-	-	-
Dryopteris dilatata	K	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	+	-	-	-	+	-
Acer platanoides (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Hedera helix	K	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex aquifolium (juv.)	K	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Dryopteris filix-mas	K	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Prunus avium (juv.)	K	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
Poa nemoralis	K	-	2m	-	-	1	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus robur (juv.)	K	r	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus rubra (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ulmus glabra (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Galio-Urticetea-Arten:																					
Urtica dioica var. *dioica*	K	-	-	-	2b	1	-	4	1	3	1	2b	-	-	-	-	-	2b	1	1	1
Geum urbanum	K	-	1	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
Alliaria petiolata	K	-	-	-	1	-	-	+	1	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galium aparine	K	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Bryonia dioica	K	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:																					
Poa pratensis s.str.	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2a
Holcus lanatus	K	+	-	1	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 10: ***Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft und *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft**

		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Epilobietea-Arten:																					
Fragaria vesca	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Epilobium montanum	K	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Artemisietea-Arten:																					
Solidago canadensis	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Begleiter:																					
Fallopia japonica	K	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Sonchus oleraceus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moose:																					
Brachythecium rutabulum	M	1	2m	1	-	-	1	-	1	-	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	2a	2a
Atrichum undulatum	M	-	-	1	-	2m	1	-	-	-	-	-	-	-	2a	2m	2m	-	2a	-	-
Fissidens taxifolius	M	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
B = Berge
Ba = Bauschutt
M = Mutterboden (Auftragsboden)

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2.Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

Aufnahmeorte (lfd. Nr.): 1-3 = Knappenhalde; 4-6 = Halde Westpark; 7-8 = Halde Zeche Hannibal; 9-16 = Halde Zeche Zollverein XII; 17-18 = Halde Zeche u. Kokerei Königsgrube; 19 = Halde Zeche Matthias Stinnes; 20 = Kruppwald / Zeche Hannover

A = *Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft
B = *Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft
C = Variante von *Rubus armeniacus*
D = Variante von *Rubus elegantispinosus*
E = typische Variante
F = Variante von *Solidago canadensis*

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft** und zur ***Robinia pseudoacacia*-Gesellschaft**

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

2 K: *Carex spicata* +; *Ribes rubrum* +
3 S: *Carpinus betulus* r; K: *Poa annua* +
4 K: *Euonymus europaeus* r
5 S: *Crataegus pedicellata* r; *Ribes rubrum* r; K: *Stellaria media* 1; *Prunus mahaleb* r
7 S: *Bryonia dioica* r; *Prunus cerasifera* r; K: *Viola odorata* 1; *Impatiens parviflora* 1; *Lonicera xylosteum* +
8 2.B: *Sorbus aucuparia* +; K: *Dactylis glomerata* +
9 S: *Ailanthus altissima* +; *Parthenocissus inserta* +; *Humulus lupulus* +; *Aesculus hippocastanum* r; K: *Ailanthus altissima* 1; *Chaerophyllum temulum* 1; *Solanum nigrum* ssp. *schultesii* 1; *Parthenocissus inserta* 1
10 2.B: *Prunus padus* +; K: *Prunus padus* +; *Corylus avellana* r
11 S: *Rosa canina* s.l. +; *Ribes uva-crispa* r; K: *Cirsium vulgare* 1; *Hypericum perforatum* +; *Oenothera biennis* agg. +; *Epilobium parviflorum* +; *Poa trivialis* +; *Potentilla norvegica* +; *Arctium minus* r; *Sonchus asper* r
12 S: *Ilex aquifolium* r; M: *Dicranella heteromalla* 2m
13 S: *Rubus vestitus* +; *Acer platanoides* r
14 S: *Rubus nemerosus* +; *Taxus baccata* r
16 1.B: *Betula ×aurata* +; S: *Betula ×aurata* +; K: *Sambucus racemosa* r
17 K: *Scrophularia nodosa* +; *Rosa canina* s.l. +; *Solanum nigrum* ssp. *nigrum* r
18 S: *Fallopia japonica* +; K: *Rubus gratus* +
19 2.B: *Alnus incana* +; K: *Epilobium ciliatum* r
20 1.B: *Populus nigra* cv. Italica-Hybride 2b; S: *Populus nigra* cv. Italica-Hybride r; *Cotoneaster divaricatus* r; K: *Calamgrostis epigejos* 1; *Poa palustris* +; *Epilobium tetragonum* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 11: Subspontaner Robinien-Birken-Ahorn-Wald

			A		B
	Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**
	lfd. Aufnahme-Nr.		241	242	240
	Gesamtsippenzahl		19	20	11
	Anzahl an Gehölzsippen		16	13	8
	Gehölzsippen in der Strauchschicht		7	6	5
	Ausgangssubstrat		Bs	Bs	Bs
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		4,5	4,5	4,5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		500	500	500
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		90	90	95
	Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		15	16	15
	Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		10	10	10
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4	4	4
	Taxon				
Dominante Baumarten:	*Robinia pseudoacacia*	1.B	3	2b	4
	Robinia pseudoacacia	2.B	2a	+	2a
	Betula pendula	1.B	2b	2a	2b
	Betula pendula	2.B	+	-	2a
	Acer pseudoplatanus	1.B	2a	3	-
	Acer pseudoplatanus	2.B	2b	2b	-
	Acer pseudoplatanus	S	-	+	2a
	Acer pseudoplatanus (juv.)	K	-	2b	+
Sonstige Baumarten:	*Alnus glutinosa*	2.B	-	+	-
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Sambucus nigra*	S	2b	+	3
	Crataegus monogyna s.l.	2.B	-	+	-
	Crataegus monogyna s.l.	S	+	2a	-
	Salix caprea	2.B	+	+	-
	Salix caprea	S	-	-	+
	Betula ×aurata	2.B	+	-	-
	Euonymus europaeus	S	2a	+	+
	Euonymus europaeus	K	-	+	+
	Cornus sericea	S	r	-	2a
	Cornus sanguinea	S	+	r	-
	Lonicera xylosteum	S	r	-	-
	Cornus mas	S	-	r	-
	Rubus vestitus	K	r	-	-
	Ribes uva-crispa	K	-	1	-
	Corylus avellana	K	-	r	-
Querco-Fagetea-Arten:	*Carpinus betulus*	2.B	+	-	+
	Fraxinus excelsior	2.B	+	-	-
	Fraxinus excelsior	S	+	-	-
	Fraxinus excelsior (juv.)	K	r	+	-
	Acer campestre	S	r	-	-
	Acer campestre (juv.)	K	r	-	-
	Prunus serotina	S	r	-	-
	Circaea lutetiana	K	+	1	-
	Arum maculatum	K	-	r	r
	Dryopteris filix-mas	K	-	r	-
Galio-Urticetea-Arten:	*Urtica dioica* var. *dioica*	K	2a	2a	4
	Glechoma hederacea	K	-	2a	-
Weitere Arten:	*Fallopia japonica*	S	-	1	-
	Fallopia japonica	K	-	+	-
Moose:	*Brachythecium rutabulum*	M	3	2a	3

<u>Anhang VI:</u> Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 11: Subspontaner Robinien-Birken-Ahorn-Wald

<u>Abkürzung Ausgangssubstrat:</u>
Bs = Basaltschotter

<u>Aufnahmeort:</u>
Zeche Constantin d. Große XI
(Herne-Sodingen)

<u>Vegetationsschichten:</u>
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

A = Variante mit *Acer pseudoplatanus* in 1. und 2. Baumschicht
B = Variante ohne *Acer pseudoplatanus* in 1. und 2. Baumschicht

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 12: Spontaner Birken-Robinien-Mischwald

	lfd. Aufnahme-Nr.		148
	Gesamtsippenzahl		19
	Anzahl an Gehölzsippen		14
	Gehölzsippen in der Strauchschicht		9
	Ausgangssubstrat		Bs, Ks
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		500
	Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		14
	Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		9
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		5
	Taxon		
Bäume:	*Betula pendula*	1.B	3
	Betula pendula	2.B	2a
	Robinia pseudoacacia	1.B	2b
	Robinia pseudoacacia	2.B	+
	Salix caprea	2.B	2a
	Acer platanoides	2.B	2a
	Alnus incana	2.B	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Sambucus nigra*	S	2a
	Betula pendula	S	+
	Corylus avellana	S	+
	Crataegus monogyna s.l.	S	+
	Rubus armeniacus	S	+
	Rosa canina s.l.	S	r
Querco-Fagetea-Arten:	*Fraxinus excelsior*	S	1
	Acer platanoides	S	r
	Acer pseudoplatanus	S	r
	Humulus lupulus	S	r
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Rubus elegantispinosus*	K	4
	Rubus armeniacus	K	+
	Rubus vestitus	K	+
Sonstige Arten:	*Urtica dioica* var. *dioica*	K	1
	Dryopteris filix-mas	K	+
	Humulus lupulus	K	+
	Brachythecium rutabulum	M	2a
	Campylopus introflexus	M	1

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
Bs = Basaltschotter
Ks = Kalksteinschotter

Aufnahmeort:
Zeche Hannover III/IV/VI
(Bochum-Günnigfeld)

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 13: *Populus tremula*-Gesellschaft auf Bergematerial

	lfd. Aufnahme-Nr.		308
	Gesamtsippenzahl		33
	Anzahl an Gehölzsippen		16
	Gehölzsippen in der Strauchschicht		9
	Ausgangssubstrat		Be
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		4,5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		200
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		80
	Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		10
	Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		7
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4
	Taxon		
	Populus tremula	1.B	4
	Salix alba	1.B	2a
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Populus tremula*	2.B	2a
	Betula pendula	2.B	2a
	Betula ×aurata	2.B	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Populus tremula*	S	2a
	Betula pendula	S	+
	Betula ×aurata	S	+
	Salix caprea	S	+
	Cornus sanguinea	S	r
	Crataegus monogyna s.l.	S	r
Querco-Fagetea-Arten:	*Acer platanoides*	S	+
	Fraxinus excelsior	S	r
	Quercus robur	S	+
Querco-Fagetea-Arten:	*Poa nemoralis*	K	1
	Acer platanoides (juv.)	K	+
	Acer pseudoplatanus (juv.)	K	+
	Fraxinus excelsior (juv.)	K	+
	Hedera helix	K	+
	Quercus robur (juv.)	K	+
	Hieracium sabaudum agg.	K	+
	Epipactis helleborine	K	r
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Populus tremula* (juv.)	K	1
	Crataegus monogyna s.l.	K	+
	Clematis vitalba	K	+
	Rubus fruticosus agg.	K	+
	Lonicera xylosteum	K	r
Artemisietea-Arten:	*Solidago gigantea*	K	1
	Eupatorium cannabinum	K	+
	Artemisia vulgaris	K	r
	Inula conyzae	K	+
Galio-Urticetea-Arten:	*Lapsana communis*	K	1
	Urtica dioica var. *dioica*	K	+
	Tussilago farfara	K	r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 13: *Populus tremula*-Gesellschaft auf Bergematerial

Epilobietea-Arten:	*Fragaria vesca*	K	+
	Epilobium montanum	K	r
Begleiter:	*Deschampsia cespitosa*	K	+
	Parthenocissus inserta	K	+
	Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	+
	Juncus effusus	K	r
Moose:	*Brachythecium rutabulum*	M	2m
	Dicranum scoparium	M	2m

Abkürzung Ausgangssubstrat:
Be = Berge

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

Aufnahmeort:
Bergehalde Zeche Waltrop I/II
Schacht Minister Achenbach
(Waltrop)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 14: *Populus tremula*-Gesellschaft auf Bauschutt

	lfd. Aufnahme-Nr.		169
	Gesamtsippenzahl		28
	Anzahl an Gehölzsippen		18
	Gehölzsippen in der Strauchschicht		12
	Ausgangssubstrat		Ba
	pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		5
	Größe der Aufnahmefläche (in m²)		400
	Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		85
	Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		10
	Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		8
	Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		5
	Taxon		
	Populus tremula	1.B	4
	Robinia pseudoacacia	1.B	2b
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Malus domestica*	2.B	2a
	Populus tremula	2.B	+
	Betula pendula	2.B	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Cornus sericea*	S	2a
	Betula pendula	S	+
	Betula ×aurata	S	+
	Cornus sanguinea	S	r
	Corylus avellana	S	+
	Cotoneaster rhederi	S	+
	Populus tremula	S	+
	Sorbus aucuparia	S	+
	Viburnum lantana	S	r
Querco-Fagetea-Arten:	*Acer platanoides*	S	+
	Acer pseudoplatanus	S	+
	Fraxinus excelsior	S	+
Rhamno-Prunetea-Arten:	*Corylus avellana*	K	+
	Cotoneaster rhederi	K	+
	Populus tremula (juv.)	K	+
	Rubus armeniacus	K	+
	Cotoneaster dielsianus	K	r
	Rubus vestitus	K	r
Querco-Fagetea-Arten:	*Acer pseudoplatanus* (juv.)	K	2m
	Epipactis helleborine	K	2m
	Hieracium sabaudum agg.	K	+
	Acer campestre (juv.)	K	+
Epilobietea-Arten:	*Fragaria vesca*	K	1
Begleiter:	*Cerastium holosteoides* var. *vulgare*	K	+
	Galium aparine	K	+
	Poa pratensis s.str.	K	+
	Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	+
	Urtica dioica var. *dioica*	K	+
	Senecio inaequidens	K	r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 14: *Populus tremula*-Gesellschaft auf Bauschutt

Moose:	*Brachythecium rutabulum*	M	2b

Abkürzung Ausgangssubstrat:
Ba = Bauschutt

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

Aufnahmeort: Westpark / Bochumer Verein (Bochum-Zentrum)

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 15: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (Gebüschstadium)

		A			B						
Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
lfd. Aufnahme-Nr.		1	4	2	5	6	3	7	8	10	9
Gesamtsippenzahl		15	16	14	24	36	21	28	20	30	26
Anzahl an Gehölzsippen		11	11	10	14	20	11	18	12	14	12
Anzahl an krautigen Sippen		4	5	4	10	16	10	10	8	16	14
Ausgangssubstrat		Ks	Ks	Ks	Ks	Ks, K	Ks	Ks	Ks	K, Ba	Ks, K
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
Größe der Aufnahmefläche (in m²)		150	200	150	200	250	150	200	250	100	200
Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		80	85	85	65	70	80	75	85	60	70
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		6	6	6	5	6	5	6	5	5	4
Taxon											
Populus maximowiczii-Hybride	S	4	2b	3	3	4	3	4	3	r	2b
Betula pendula	S	2b	4	3	2b	2a	3	2a	3	2b	-
Alnus incana	S	2a	2b	+	2a	+	-	2a	+	2b	-
Rhamno-Prunetea-Arten:											
Salix caprea	S	-	+	+	r	2a	+	+	+	+	-
Buddleja davidii	S	2a	+	2a	+	-	2a	-	-	r	+
Betula ×aurata	S	+	-	+	+	r	-	r	-	-	-
Populus tremula	S	+	-	+	-	+	-	-	-	2a	-
Cornus sanguinea	S	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-
Corylus avellana	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Rubus armeniacus	S	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Salicetea purpureae-Arten:											
Populus nigra cv. Italica-Hybride	S	-	-	-	+	+	-	2a	2a	-	-
Populus alba	S	-	-	+	-	2a	-	+	+	-	-
Salix alba	S	-	+	-	-	1	-	+	+	-	+
Salix viminalis	S	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Alnetea-Arten:											
Alnus glutinosa	S	-	+	-	-	r	-	-	-	2a	3
Salix ×reichardtii	S	-	-	-	r	+	-	-	+	-	+
Humulus lupulus	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Rhamno-Prunetea-Arten:											
Betula pendula (juv.)	K	1	+	1	+	1	1	1	1	+	1
Buddleja davidii	K	1	1	1	1	+	1	+	-	r	+
Populus tremula (juv.)	K	1	1	1	+	+	-	-	1	-	-
Salix caprea (juv.)	K	-	-	-	+	1	-	-	+	+	+
Crataegus monogyna s.l.	K	-	r	r	-	-	r	r	-	-	+
Cornus sanguinea	K	-	-	-	-	-	-	+	+	r	+
Rubus armeniacus	K	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Sorbus aucuparia (juv.)	K	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Betula ×aurata (juv.)	K	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
Corylus avellana	K	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Rosa canina s.l.	K	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Rubus elegantispinosus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Alnetea-Arten:											
Salix ×reichardtii (juv.)	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Alnus glutinosa (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
Salix ×smithiana	K	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
Humulus lupulus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

<u>Anhang VI:</u> Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 15: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (Gebüschstadium)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Salicetea purpureae-Arten:</u>											
Populus maximowiczii-Hybride (juv.)	K	-	1	-	1	1	1	1	1	-	+
Populus nigra cv. Italica-Hybride (juv.)	K	-	-	-	-	1	-	1	1	r	+
Populus alba (juv.)	K	-	+	-	r	1	r	-	1	-	-
Salix alba (juv.)	K	-	-	-	+	1	-	1	+	-	+
<u>Querco-Fagetea-Arten:</u>											
Alnus incana (juv.)	K	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Quercus robur (juv.)	K	r	+	-	r	r	-	+	+	-	-
Acer pseudoplatanus (juv.)	K	r	-	r	r	+	r	r	-	-	-
Prunus avium (juv.)	K	r	-	-	-	r	-	r	-	-	-
Dryopteris filix-mas	K	+	1	+	-	-	-	-	-	-	-
Fraxinus excelsior (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
Hieracium sabaudum agg.	K	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-
Carpinus betulus (juv.)	K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acer platanoides (juv.)	K	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Acer campestre (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<u>Artemisietea-Arten:</u>											
Hypericum perforatum	K	-	+	+	1	1	1	1	-	1	2m
Solidago gigantea	K	-	-	-	1	1	+	1	+	2b	-
Senecio inaequidens	K	-	-	-	+	+	+	-	-	2a	+
Eupatorium cannabinum	K	-	-	-	-	1	-	+	+	-	+
Cirsium vulgare	K	-	-	-	-	r	-	-	r	+	+
Oenothera fallax	K	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-
Artemisia vulgaris	K	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Cirsium arvense	K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Verbascum thapsus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Echium vulgare	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Inula conyzae	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Potentilla norvegica	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Erigeron annuus	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Molinio-Arrhenatheretea-Arten:</u>											
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	r	-	-	-	1	+	1	+	-	-
Holcus lanatus	K	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
Cerastium holosteoides var. *vulgare*	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+
Prunella vulgaris	K	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<u>Epilobietea-Arten:</u>											
Calamagrostis epigejos	K	+	-	-	+	2m	2a	1	1	1	1
Epilobium angustifolium	K	-	+	-	-	1	+	1	-	-	-
Scrophularia nodosa	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Begleiter:</u>											
Quercus rubra (juv.)	K	r	-	-	r	-	r	-	r	-	-
Agrostis stolonifera	K	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-
Hieracium piloselloides agg.	K	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Juncus tenuis	K	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Platanus ×*hispanica* (juv.)	K	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Tussilago farfara	K	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Poa annua	K	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Centaurium erythraea	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Rubus corylifolius agg.	K	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
Hieracium aurantiacum	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Epilobium ciliatum	K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	r
Robinia pseudoacacia (juv.)	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 15: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (Gebüschstadium)

Moose:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brachythecium rutabulum	M	2m	2m	2m	-	2m	2m	2m	-	-	-
Ceratodon purpureus	M	-	-	-	2m	2m	2m	-	2a	2m	2m
Scleropodium purum	M	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachythecium albicans	M	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-
Flechten:											
Cladonia humilis	F	-	-	-	2m	-	-	-	2m	2m	-
Cladonia subulata	F	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-
Peltigera spec.	F	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

A = krautschichtfreie Variante
B = Variante mit ausgeprägter Krautschicht

Aufnahmeorte (lfd. Nr.):
1-8 = Kokerei Zollverein; 9 = Zeche und Kokerei Fürst Hardenberg; 10 = Kokerei Hassel

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
Ks = Kalkschotter
K = Kokereischlamm
Ba = Bauschutt

Vegetationsschichten:
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstabelle 16: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (junges Vorwaldstadium)

		A				B	
Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
lfd. Aufnahme-Nr.		5	6	4	3	1	2
Gesamtsippenzahl		27	27	28	16	16	31
Anzahl an Gehölzsippen		8	9	10	12	11	21
Anzahl an krautigen Sippen		19	18	18	4	5	10
Ausgangssubstrat		Ks	Ks	Ks	Ks, K	Ks, K	Ks, Ba
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		6	6	6	7	7	7
Größe der Aufnahmefläche (in m²)		200	250	200	150	300	200
Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		85	90	85	85	80	85
Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		8	8	8	8	9	8
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4	4	4	4	3	4
Taxon							
Populus maximowiczii-Hybride	1.B	2b	2a	2a	2a	2b	2b
Populus maximowiczii-Hybride	S	2a	3	3	5	2a	+
Populus alba	1.B	-	-	-	-	+	2a
Populus tremula	1.B	-	-	-	-	2a	-
Betula pendula	1.B	-	-	-	-	+	2a
Salix caprea	1.B	-	-	-	-	+	2a
Rhamno-Prunetea-Arten:							
Betula pendula	S	4	4	3	+	3	2b
Buddleja davidii	S	2a	2a	-	+	2a	2a
Salix caprea	S	-	-	-	+	+	2b
Cornus sanguinea	S	+	-	-	-	-	-
Betula ×aurata	S	-	-	+	-	-	-
Salicetea purpureae-Arten:							
Salix alba	S	-	-	-	-	-	2a
Populus alba	S	+	-	-	-	-	-
Populus nigra cv. Italica-Hybride	S	-	-	+	-	-	-
Alnetea-Arten:							
Alnus glutinosa	S	-	-	-	2a	-	-
Querco-Fagetea-Arten:							
Alnus incana	S	-	-	-	+	-	-
Rhamno-Prunetea-Arten:							
Buddleja davidii	K	+	1	+	+	1	1
Rosa canina s.l.	K	+	+	+	-	-	r
Betula pendula (juv.)	K	+	1	-	+	1	+
Cornus sanguinea	K	r	r	-	-	-	1
Crataegus monogyna s.l.	K	r	-	-	+	-	1
Populus tremula (juv.)	K	-	-	-	-	1	-
Lonicera xylosteum	K	-	-	r	-	-	-
Sorbus aucuparia (juv.)	K	-	-	r	-	r	-
Salix caprea (juv.)	K	-	-	-	r	+	-
Betula ×aurata (juv.)	K	-	-	-	-	-	+
Corylus avellana	K	-	-	-	-	-	+
Crataegus persimilis	K	-	-	-	-	-	+
Euonymus europaeus	K	-	-	-	-	-	r
Rubus corylifolius agg.	K	-	-	-	+	-	1

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 16: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (junges Vorwaldstadium)

Querco-Fagetea-Arten:		1	2	3	4	5	6
Acer pseudoplatanus (juv.)	K	r	+	+	+	r	-
Hieracium sabaudum agg.	K	r	r	-	-	-	-
Fraxinus excelsior (juv.)	K	-	r	-	r	-	+
Prunus avium (juv.)	K	-	r	-	-	-	r
Ulmus glabra (juv.)	K	-	r	-	-	-	-
Quercus robur (juv.)	K	-	-	r	+	1	r
Carpinus betulus (juv.)	K	-	-	-	-	r	-
Quercus rubra (juv.)	K	-	-	-	-	r	-
Dryopteris filix-mas	K	-	-	-	-	+	-
Acer campestre (juv.)	K	-	-	-	-	-	1
Acer platanoides (juv.)	K	-	-	-	-	-	+
Epipactis helleborine	K	-	-	-	-	-	+
Prunus padus (juv.)	K	-	-	-	-	-	+
Sorbus intermedia (juv.)	K	-	-	-	-	-	+
Alnus incana (juv.)	K	-	-	-	+	-	-
Acer pseudoplatanus "Purpureum" (juv.)	K	-	-	-	r	-	-
Salicetea purpureae-Arten:							
Populus maximowiczii-Hybride (juv.)	K	+	1	+	1	1	-
Populus alba (juv.)	K	r	-	-	-	1	-
Artemisietea-Arten:							
Hypericum perforatum	K	1	1	1	-	+	-
Solidago gigantea	K	1	1	1	-	-	1
Senecio inaequidens	K	+	+	+	-	-	-
Inula conyzae	K	+	-	1	-	-	-
Echium vulgare	K	r	+	-	-	-	-
Cirsium arvense	K	-	+	-	-	-	-
Oenothera parviflora agg.	K	-	-	+	-	-	-
Oenothera fallax	K	-	-	-	-	-	+
Epilobietea-Arten:							
Calamagrostis epigejos	K	+	+	+	-	+	1
Epilobium angustifolium	K	+	-	-	-	+	-
Geum urbanum	K	-	-	-	-	-	+
Fragaria vesca	K	-	-	-	+	-	-
Galio-Urticetea-Arten:							
Epilobium ciliatum	K	r	-	-	-	-	+
Glechoma hederacea	K	-	-	1	-	-	-
Geranium robertianum	K	-	-	-	r	-	-
Agropyretea-Arten:							
Hieracium piloselloides agg.	K	+	+	-	-	-	-
Poa compressa	K	+	-	-	-	-	-
Equisetum arvense	K	-	-	-	-	-	+
Stellarietea-Arten:							
Vicia hirsuta	K	+	+	+	-	-	-
Stellaria media	K	+	-	-	-	-	-
Vicia tetrasperma	K	-	-	+	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 16: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (junges Vorwaldstadium)

		1	2	3	4	5	6
Sedo-Scleranthetea-Arten:							
Erophila verna	K	-	+	+	-	-	-
Arenaria serpyllifolia	K	-	+	-	-	-	-
Begleiter:							
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	+	-	-	-	-	-
Poa palustris	K	+	1	-	-	-	-
Sonchus asper	K	-	r	-	-	-	-
Vulpia myuros	K	-	+	1	-	-	-
Agrostis capillaris	K	-	-	1	-	-	-
Senecio jacobaea	K	-	-	-	-	-	+
Moose:							
Brachythecium rutabulum	M	2m	2m	2m	2m	2b	2m
Ceratodon purpureus	M	-	2m	3	2m	-	-
Scleropodium purum	M	2m	2m	2m	-	-	-
Flechten:							
Cladonia humilis	F	2m	-	2m	-	-	-
Peltigera spec.	F	-	+	+	-	-	-

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Aufnahmeort (lfd. Aufn.-Nr.):
1-3 = Kokerei Zollverein (Essen-Stoppenberg)
4-6 = Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)

Abkürzung Ausgangssubstrat:
Ks = Kalkschotter
K = Kokereischlamm
Ba = Bauschutt

A = Variante mit Häufung von Kryptogamen und Dominanz von *Populus maximowiczii*-H. in der 1. B
B = Variante weitgehend ohne Kryptogamen und weiteren Weichhölzern in der 1. B

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Vegetationstab. 17: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (altes Vorwaldstadium)

Spalten-Nr.		**1**	**2**	**3**	**4**
lfd. Aufnahme-Nr.		6	282	283	198
Gesamtsippenzahl		48	37	19	21
Anzahl an Gehölzsippen		26	15	6	13
Anzahl an krautigen Sippen		22	22	13	8
Gehölzsippen in der Strauchschicht		9	9	3	10
Ausgangssubstrat		E	Ks, Ba	Ks	Sk
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)		7	6	6	5
Größe der Aufnahmefläche (in m²)		400	500	300	300
Gesamtdeckung der Vegetation (in %)		90	70	85	90
Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)		12	13	10	10
Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)		7	8	-	-
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)		4	4	5	3
Taxon					
Populus maximowiczii-Hybride	1.B	2a	4	3	4
Populus maximowiczii-Hybride	2.B	+	2b	-	-
Populus maximowiczii-Hybride	S	r	+	2b	+
Rhamno-Prunetea-Arten:					
Betula pendula	2.B	4	+	-	-
Salix caprea	S	+	+	-	2a
Betula pendula	S	3	+	2b	+
Buddleya davidii	S	+	+	2b	-
Populus tremula	S	r	r	-	-
Betula ×aurata	S	r	-	-	-
Cotoneaster divaricatus	S	r	-	-	-
Lonicera tatarica	S	-	r	-	-
Salix ×reichardtii	S	-	r	-	-
Rubus armeniacus	S	-	-	-	+
Rubus elegantispinosus	S	-	-	-	+
Cornus sanguinea	S	-	-	-	r
Salicetea purpureae-Arten:					
Salix alba	1.B	-	-	-	2b
Populus alba	S	r	-	-	-
Populus nigra cv. Italica-Hybride	S	r	-	-	-
Querco-Fagetea-Arten:					
Fraxinus excelsior	S	-	+	-	-
Prunus avium	S	-	r	-	r
Acer pseudoplatanus "Purpureum"	S	-	-	-	+
Acer campestre	S	-	-	-	r
Acer pseudoplatanus	S	-	-	-	r
Ohne Zuordnung:					
Fallopia japonica	S	-	-	-	2a
Salicetea purpureae-Arten:					
Populus alba (juv.)	K	+	-	-	-
Populus maximowiczii-Hybride (juv.)	K	-	+	-	-
Salix alba (juv.)	K	-	-	-	+

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 17: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellsch. (altes Vorwaldstad.)

Rhamno-Prunetea-Arten:					
Betula pendula (juv.)	K	1	+	1	-
Buddleya davidii	K	-	+	1	-
Crataegus monogyna s.l. (juv.)	K	+	-	+	-
Populus tremula (juv.)	K	+	+	-	-
Sorbus intermedia (juv.)	K	1	r	-	-
Sorbus aucuparia (juv.)	K	+	+	-	-
Clematis vitalba	K	+	-	-	-
Cornus sericea	K	+	-	-	-
Cotoneaster divaricatus	K	+	-	-	-
Cotoneaster horizontalis	K	1	-	-	-
Cotoneaster rhederi	K	r	-	-	-
Amelanchier lamarckii	K	+	-	-	-
Ligustrum vulgare	K	+	-	-	-
Rosa canina s.l.	K	+	-	-	-
Rubus elegantispinosus	K	+	-	-	-
Symphoricarpos albus	K	+	-	-	-
Rubus armeniacus	K	-	+	-	-
Sambucus nigra	K	-	r	-	-
Rubus adornatoides	K	-	-	-	1
Rubus corylifolius agg.	K	-	-	-	1
Querco-Fagetea-Arten:					
Quercus robur (juv.)	K	1	-	r	-
Acer pseudoplatanus (juv.)	K	1	r	-	1
Acer campestre (juv.)	K	+	-	-	r
Acer platanoides (juv.)	K	+	-	-	-
Hieracium lachenalii	K	+	-	-	-
Prunus avium (juv.)	K	r	-	-	-
Dryopteris filix-mas	K	-	1	-	-
Carpinus betulus (juv.)	K	-	r	-	-
Ulmus glabra (juv.)	K	-	-	+	-
Epipactis helleborine	K	-	-	-	1
Artemisietea-Arten:					
Senecio inaequidens	K	1	1	+	-
Hypericum perforatum	K	+	1	1	-
Solidago gigantea	K	r	1	-	-
Artemisia vulgaris	K	r	+	-	-
Erigeron annuus	K	+	-	-	-
Tanacetum vulgare	K	+	-	-	-
Linaria vulgaris	K	+	-	-	-
Eupatorium cannabinum	K	-	1	-	-
Inula conyzae	K	-	1	-	-
Cirsium arvense	K	-	+	-	-
Epilobium parviflorum	K	-	+	-	-
Oenothera parviflora agg.	K	-	-	+	-
Carduus acanthoides	K	-	-	r	-
Verbascum thapsus	K	-	-	r	-
Molinio-Arrhenatheretea-Arten:					
Achillea millefolium	K	1	-	-	-
Arrhenatherum elatius	K	+	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 17: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (altes Vorwaldst.)

Molinio-Arrhenatheretea-Arten:					
Galium album	K	+	-	-	-
Poa pratensis s.str.	K	+	-	-	-
Poa palustris	K	-	1	-	-
Prunella vulgaris	K	-	+	-	-
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	K	-	+	-	-
Festuco-Brometea-Arten:					
Senecio erucifolius	K	+	-	-	-
Hieracium caespitosum	K	-	1	-	-
Galio-Urticetea-Arten:					
Geranium robertianum	K	r	1	-	-
Epilobium ciliatum	K	-	+	+	-
Urtica dioica var. *dioica*	K	-	1	-	2a
Alliaria petiolata	K	-	-	-	1
Galium aparine	K	-	-	-	+
Agropyretea intermedii-repentis-Arten:					
Poa compressa	K	2a	-	-	-
Hieracium piloselloides agg.	K	+	-	-	-
Chenopodietea-Arten:					
Medicago lupulina	K	1	-	-	-
Bromus tectorum	K	+	-	-	-
Solanum nigrum ssp. *schultesii*	K	-	+	-	-
Sonchus oleraceus	K	-	+	-	-
Potentilla norvegica	K	-	+	-	-
Vulpia myuros	K	-	-	1	-
Sedo-Scleranthetea-Arten:					
Arenaria serpyllifolia	K	1	-	+	-
Sedum acre	K	1	-	-	-
Arabidopsis thaliana	K	-	-	1	-
Epilobietea-Arten:					
Calamagrostis epigejos	K	-	-	1	+
Epilobium angustifolium	K	-	-	-	1
Plantaginetea_Arten:					
Juncus tenuis	K	-	+	-	-
Moose:					
Brachythecium rutabulum	M	2a	2m	-	2m
Campylopus introflexus	M	-	-	2a	-
Ceratodon purpureus	M	-	-	2m	-
Flechten:					
Cladonia subulata	F	-	-	2m	-
Peltigera spec.	F	+	-	-	-

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Forts. Vegetationstab. 17: *Populus maximowiczii*-Hybridkomplex-Gesellschaft (altes Vorwaldst.)

Aufnahmeort (lfd. Aufn.Nr.):
6 = Sinteranlage (Duisburg-Beek)
282-283 = Kokerei Hansa (Dortmund-Huckarde)
198 = Kokerei Amalia (Bochum-Werne)

Abkürzung Ausgangssubstrat:
E = Eisenhüttenschlacken
Ks = Kalksteinschotter
Ba = Bauschutt
Sk = Steinkohle

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

1 K: *Rubus parahebecarpus* +
2 K: *Fragaria ×ananassa* r
3 1.B: *Sorbus intermedia* 2a; S: *Pyracantha coccinea* r
5 S: *Ribes uva-crispa* +, *Lonicera tatarica* r; K: *Alnus glutinosa* r, *Hieracium aurantiacum* 1, *Rosa glauca* +
6 S: *Ribes alpinum* r; K: *Lamium album* +, *Salix ×dasyclados* r, *Senecio erucifolius* r
7 K: *Festuca brevipila* 1
8 K: *Picea abies* r, *Bromus sterilis* r, *Salix ×reichardtii* r
11 S: *Berberis thunbergii* r; K: *Lonicera ledebourii* r
13 S: *Salix ×multinervis* r; K: *Lycopus europaeus* 1, *Stellaria media* +; F: *Cladonia coniocrea* 1
14 1.B: *Acer platanoides* 2b
22 S: *Lonicera periclymenum* +; K: *Matteuccia struthiopteris* +
26 K: *Cotoneaster suecicus* +
27 K: *Carex pilulifera* +
28 K: *Galeopsis tetrahit* +
30 2.B: *Tilia cordata* +
34 S: *Quercus ×rosacea* r
38 M: *Calliergonella cuspidata* 2m; F: *Cladonia subulata* 1
41 K: *Rubus nemorosus* r
43 S: *Prunus spinosa* r
44 K: *Populus maximowiczii*-Hybride 1
47 S: *Ilex aquifolium* r; K: *Lapsana communis* r
48 S: *Rubus winteri* 1; K: *Rubus winteri* 3, *Potentilla anserina* 1, *Rodgersia aesculifolia* +
51 S: *Ulmus glabra* r
52 K: *Cotoneaster suecicus* 3
53 1.B: *Populus maximowiczii*-Hybride +; 2.B: *Salix ×smithiana* +; K: *Frangula alnus* +, *Trifolium repens* +, *Salix ×capreola* r
54 S: *Rubus gratus* +
55 S: *Rhus hirta* +
56 2.B: *Aesculus hippocastanum* +; K: *Malus toringo* r
57 K: *Lactuca serriola* r
59 2.B: *Salix ×dasyclados* +; S: *Salix ×dasyclados* r; F: *Peltigera* spec. 1
61 S: *Pinus sylvestris* r, *Caragana arborescens* r; K: *Caragana arborescens* +
63 K: *Verbascum blattaria* r, *Capsella bursa-pastoris* r
65 K: *Fallopia japonica* +
66 K: *Persicaria hydropiper* 1, *Senecio viscosus* r, *Urtica dioica* var. *angustifolia* +
68 1.B: *Sorbus aucuparia* +
70 K: *Rubus crassidens* 1, *Carex remota* +, *Fallopia convolvulus* +
71 1.B: *Salix ×reichardtii* +; K: *Ranunculus repens* r
74 S: *Sambucus nigra* var. *laciniata* r
75 K: *Phragmites australis* 1
76 K: *Carex disticha* +, *Rumex obtusifolius* r
77 S: *Ribes sanguineum* r; K: *Lamium argentatum* 1
81 S: *Cotoneaster moupinensis* r
82 K: *Rumex ×pratensis* r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

84 K: *Brachypodium sylvaticum* 2b
85 1.B: *Salix ×dasyclados* 2a; K: *Cotoneaster horizontalis* r, *Lolium perenne* +
86 2.B: *Prunus padus* +; M: *Ceratodon purpureus* 1
87 K: *Arctium minus* r
88 S: *Mespilus germanica* r; K: *Vicia cracca* +
89 S: *Populus alba* 2a; K: *Salix aurita* r; M: *Fissidens taxifolius* 2m, *Polytrichum juniperinum* 2m, *Tortula muralis* 1
91 S: *Kerria japonica* +, *Pyrus communis* r; K: *Pseudofumaria lutea* 1, *Achillea millefolium* +, *Acer ginnala* r, *Acer saccharinum* r, *Artemisia vulgaris* r, *Daucus carota* +, *Digitalis purpurea* r
92 S: *Viburnum rhytidophyllum* r
93 S: *Hedera helix* +
96 S: *Tilia platyphyllos* r
97 S: *Rubus sprengelii* 2a, *Solanum dulcamara* r
98 K: *Solanum nigrum* ssp. *nigrum* r
100 K: *Mespilus germanica* r, *Festuca arundinacea* ssp. *arundinacea* +
101 S: *Prunus cerasifera* r
105 K: *Brachypodium sylvaticum* 1
107 K: *Syringa vulgaris* r
108 2.B: *Clematis vitalba* +; K: *Fallopia dumetorum* 1, *Impatiens parviflora* 1
110 K: *Verbascum phlomoides* +
114 K: *Malus domestica* r
115 K: *Pteridium aquilinum* 2m
118 S: *Parthenocissus inserta* +
120 S: *Malus toringo* r
122 K: *Conyza canadensis* r
123 2.B: *Carpinus betulus* +
124 K: *Potentilla reptans* 1

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:

5 1.B: *Alnus glutinosa* +
97 1.B: *Alnus glutinosa* +

36 1.B: *Fraxinus excelsior* 2a
112 1.B: *Fraxinus excelsior* 2a

69 1.B: *Salix ×smithiana* +
99 1.B: *Salix ×smithiana* +

19 2.B: *Acer pseudoplatanus* "Pupureum" 2a
23 2.B: *Acer pseudoplatanus* "Pupureum" 2a

41 2.B: *Alnus incana* +
119 2.B: *Alnus incana* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
52 2.B: *Crataegus monogyna* s.l. +
112 2.B: *Crataegus monogyna* s.l. +

89 2.B: *Populus maximowiczii*-Hybride 2a
91 2.B: *Populus maximowiczii*-Hybride +

1 2.B: *Prunus avium* +
119 2.B: *Prunus avium* 2b

66 2.B: *Prunus serotina* +
78 2.B: *Prunus serotina* 2a

37 2.B: *Quercus rubra* +
124 2.B: *Quercus rubra* +

4 2.B: *Salix alba* +
95 2.B: *Salix alba* +

40 S: *Alnus incana* +
41 S: *Alnus incana* +

44 S: *Cotoneaster dielsianus* r
47 S: *Cotoneaster dielsianus* +

42 S: *Crataegus pedicellata* r
72 S: *Crataegus pedicellata* 2a

117 S: *Quercus cerris* r
123 S: *Quercus cerris* r

78 S: *Rhamnus cathartica* 2a
85 S: *Rhamnus cathartica* r

61 S: *Rosa glauca* r
91 S: *Rosa glauca* r

108 S: *Rubus fruticosus* agg. +
110 S: *Rubus fruticosus* agg. r

48 S: *Salix aurita* +
84 S: *Salix aurita* r

55 K: *Bryonia dioica* +
73 K: *Bryonia dioica* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
13 K: *Cardaminopsis arenosa* +
65 K: *Cardaminopsis arenosa* +

67 K: *Carex leporina* 1
70 K: *Carex leporina* 1

7 K: *Carex muricata* s.str. r
94 K: *Carex muricata* s.str. r

67 K: *Chaerophyllum temulum* r
78 K: *Chaerophyllum temulum* +

85 K: *Cotoneaster hjelmqvistii* r
91 K: *Cotoneaster hjelmqvistii* r

41 K: *Crataegus pedicellata* r
94 K: *Crataegus pedicellata* r

68 K: *Epilobium hirsutum* r
73 K: *Epilobium hirsutum* r

31 K: *Epilobium lanceolatum* 1
101 K: *Epilobium lanceolatum* +

87 K: *Hieracium laevigatum* r
88 K: *Hieracium laevigatum* +

13 K: *Inula conyzae* 1
57 K: *Inula conyzae* +

61 K: *Juncus inflexus* +
96 K: *Juncus inflexus* r

4 K: *Juncus tenuis* r
120 K: *Juncus tenuis* r

105 K: *Lonicera periclymenum* 2a
106 K: *Lonicera periclymenum* 1

53 K: *Luzula multiflora* r
124 K: *Luzula multiflora* r

8 K: *Mycelis muralis* +
98 K: *Mycelis muralis* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
95 K: *Oenothera fallax* 1
121 K: *Oenothera fallax* +

39 K: *Philadelphus*-Hybride r
90 K: *Philadelphus*-Hybride r

2 K: *Poa palustris* 2a
103 K: *Poa palustris* +

91 K: *Populus alba* r
95 K: *Populus alba* 1

56 K: *Prunus cerasus* r
65 K: *Prunus cerasus* r

3 K: *Pyracantha coccinea* r
103 K: *Pyracantha coccinea* r

78 K: *Rhamnus cathartica* +
91 K: *Rhamnus cathartica* +

5 K: *Ribes nigrum* r
30 K: *Ribes nigrum* +

50 K: *Rubus vinetorum* +
81 K: *Rubus vinetorum* 2b

25 K: *Sonchus asper* r
31 K: *Sonchus asper* +

93 K: *Sorbus aria* r
98 K: *Sorbus aria* +

68 K: *Symphoricarpos albus* r
91 K: *Symphoricarpos albus* r

13 K: *Tilia ×europaea* "Pallida" r
53 K: *Tilia ×europaea* "Pallida" r

88 K: *Torilis japonica* 1
93 K: *Torilis japonica* +

4 K: *Ulmus glabra* +
53 K: *Ulmus glabra* r

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Salicetum capreae*** (s. Anhang IX)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
16 K: *Veronica arvensis* r
113 K: *Veronica arvensis* 1

111 K: *Veronica officinalis* 1
113 K: *Veronica officinalis* 2m

2 K: *Vicia tetrasperma* +
83 K: *Vicia tetrasperma* r

2 K: *Viola reichenbachiana* agg. 1
91 K: *Viola reichenbachiana* agg. r

62 M: *Dicranum scoparium* 2m
101 M: *Dicranum scoparium* 2m

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft** (s. Anhang X)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

1 K: *Carex sylvatica* r
6 K: *Alnus glutinosa* +
7 M: *Dicranella heteromalla* 1
8 S: *Pinus sylvestris* r
10 S: *Cotoneaster salicifolius* r; K: *Cotoneaster suecicus* r
11 K: *Berberis julianae* r, *Hesperis matronalis* +
15 K: *Leucanthemum vulgare* agg. +, *Picris hieracioides* +; M: *Plagiomnium affine* 2m
21 K: *Vicia angustifolia* ssp. *segetalis* +
23 S: *Salix ×dasyclados* r
24 1.B: *Salix ×capreola* +; S: *Lonicera tatarica* r; K: *Polystichum aculeatum* r, *Scrophularia auriculata* r
25 S: *Parthenocissus tricuspidata* +; K: *Parthenocissus tricuspidata* +
26 K: *Rubus caesius* 1, *Vincetoxicum hirundinaria* 1
29 S: *Syringa vulgaris* r; M: *Ceratodon purpureus* 2m
30 K: *Phalaris arundinacea* +
34 K: *Lonicera pileata* +
35 S: *Ulmus ×hollandica* r
36 S: *Sambucus nigra* var. *laciniata* r, *Aesculus hippocastanum* r; K: *Aegopodium podagraria* +, *Parthenocissus inserta* r
39 S: *Symphoricarpos albus* +
45 K: *Pyracantha coccinea* +
46 2.B: *Quercus rubra* +
49 2.B: *Pyrus communis* +; K: *Acer ginnala* r, *Calystegia sepium* r, *Epilobium hirsutum* +
50 2.B: *Quercus ×rosacea* +; S: *Ribes alpinum* +; K: *Lathyrus pratensis* +, *Festuca arundinacea* ssp. *arundinacea* r
51 K: *Lycopus europaeus* +
52 K: *Ailanthus altissima* r, *Vulpia myuros* 1
53 K: *Rubus schleicheri* 1
54 1.B: *Salix ×dasyclados* +; K: *Ajuga reptans* s.str. 1
55 K: *Ranunculus ficaria* 2m
56 K: *Poa annua* r
59 2.B: *Populus nigra* cv. Italica-Hybride +
61 2.B: *Ulmus glabra* +; S: *Ulmus glabra* r; K: *Carex remota* +, *Frangula alnus* r, *Milium effusum* 1
62 S: *Frangula alnus* r
66 S: *Quercus cerris* r; K: *Persicaria amphibia* var. *terrestre* +, *Tilia ×europaea* "Pallida" r
67 K: *Acer platanoides* "Crimson King" r; M: *Hypnum cupressiforme* 2m
68 K: *Rumex obtusifolius* +, *Solanum nigrum* ssp. *nigrum* r, *Viola arvensis* +
69 S: *Mahonia aquifolium* +; K: *Arenaria serpyllifolia* +, *Hypericum ×desetangsii* +
70 S: *Populus alba* +; K: *Chelidonium majus* +, *Populus alba* 1, *Solanum dulcamara* +
73 K: *Galium odoratum* 2m, *Salix ×smithiana* r
77 S: *Eleagnus angustifolia* r, *Rhamnus cathartica* r; K: *Cotoneaster horizontalis* 1, *Erigeron annuus* +, *Senecio erucifolius* +
78 K: *Alnus incana* +
79 K: *Cirsium palustre* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft** (s. Anhang X)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:
80 K: *Pyrola minor* 1
81 S: *Quercus petraea* r
82 1.B: *Acer campestre* +, *Sorbus aucuparia* +
86 2.B: *Salix ×dasyclados* +; K: *Rubus sprengelii* +
87 1.B: *Tilia cordata* +; S: *Rubus sprengelii* 1
88 2.B: *Laburnum anagyroides* +; K: *Trifolium repens* +
90 2.B: *Prunus mahaleb* +; K: *Inula conyzae* 1
91 M: *Polytrichum juniperinum* 2m
92 K: *Plantago lanceolata* r
94 S: *Salix ×smithiana* r; K: *Armoracia rusticana* +, *Vicia cracca* +
95 S: *Rubus camptostachys* +, *Salix ×rubens* r
98 S: *Sambucus ebulus* 1; K: *Vicia angustifolia* ssp. *angustifolia* +
99 K: *Agrostis gigantea* +

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
34 S: *Ailanthus altissima* r
52 S: *Ailanthus altissima* r

39 S: *Alnus incana* +
78 S: *Alnus incana* +

31 S: *Cotoneaster dielsianus* r
75 S: *Cotoneaster dielsianus* +

66 S: *Hedera helix* +
98 S: *Hedera helix* +

25 S: *Ilex aquifolium* r
67 S: *Ilex aquifolium* +

51 S: *Juglans regia* r
56 S: *Juglans regia* r

54 S: *Pyracantha coccinea* r
73 S: *Pyracantha coccinea* r

7 S: *Ribes nigrum* r
46 S: *Ribes nigrum* r

51 S: *Ribes uva-crispa* +
85 S: *Ribes uva-crispa* r

87 S: *Rubus pyramidalis* +
93 S: *Rubus pyramidalis* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft** (s. Anhang X)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
60 S: *Salix aurita* +
81 S: *Salix aurita* r

60 S: *Salix ×capreola* +
94 S: *Salix ×capreola* r

54 K: *Acer pseudoplatanus* "Purpureum" r
72 K: *Acer pseudoplatanus* "Purpureum" r

1 K: *Aesculus hippocastanum* r
18 K: *Aesculus hippocastanum* r

17 K: *Arabidopsis thaliana* +
57 K: *Arabidopsis thaliana* r

15 K: *Artemisia vulgaris* 1
76 K: *Artemisia vulgaris* +

30 K: *Brachypodium sylvaticum* +
83 K: *Brachypodium sylvaticum* +

53 K: *Buddleja davidii* r
75 K: *Buddleja davidii* +

57 K: *Cardamine flexuosa* +
79 K: *Cardamine flexuosa* 1

8 K: *Carex otrubae* +
87 K: *Carex otrubae* +

15 K: *Chaerophyllum temulum* +
90 K: *Chaerophyllum temulum* 1

13 K: *Fallopia japonica* +
21 K: *Fallopia japonica* +

27 K: *Fraxinus excelsior* f. *monophylla* +
37 K: *Fraxinus excelsior* f. *monophylla* r

44 K: *Heracleum sphondylium* +
55 K: *Heracleum sphondylium* +

75 K: *Hieracium aurantiacum* +
100 K: *Hieracium aurantiacum* 2m

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft** (s. Anhang X)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:
10 K: *Juncus inflexus* r
70 K: *Juncus inflexus* r

16 K: *Lonicera periclymenum* 1
48 K: *Lonicera periclymenum* r

50 K: *Lysimachia nummularia* +
54 K: *Lysimachia nummularia* +

15 K: *Melilotus officinalis* +
90 K: *Melilotus officinalis* +

26 K: *Myosotis arvensis* r
90 K: *Myosotis arvensis* +

9 K: *Pastinaca sativa* 1
15 K: *Pastinaca sativa* +

4 K: *Prunus carasifera* +
6 K: *Prunus cerasifera* +

3 K: *Prunus laurocarasus* s.l. r
16 K: *Prunus laurocerasus* s.l. r

44 K: *Prunus spinosa* 1
50 K: *Prunus spinosa* 1

1 K: *Quercus cerris* r
76 K: *Quercus cerris* +

3 K: *Robinia pseudoacacia* +
58 K: *Robinia pseudoacacia* r

21 K: *Rubus laciniatus* r
42 K: *Rubus laciniatus* r

71 K: *Rubus winteri* +
80 K: *Rubus winteri* 1

10 K: *Rumex crispus* r
83 K: *Rumex crispus* +

68 K: *Senecio jacobaea* +
73 K: *Senecio jacobaea* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula-Salix caprea*-Gesellschaft** (s. Anhang X)

Außerdem zweimal in Spalten-Nr.:

14 K: *Stachys sylvatica* +
36 K: *Stachys sylvatica* 1

41 K: *Tilia platyphyllos* r
95 K: *Tilia platyphyllos* r

68 K: *Veronica officinalis* 1
98 K: *Veronica officinalis* 1

21 K: *Viola reichenbachiana* agg. 1
74 K: *Viola reichenbachiana* agg. 2m

57 M: *Amblystegium serpens* +
58 M: *Amblystegium serpens* 1

67 M: *Dicranum scoparium* 2m
99 M: *Dicranum scoparium* 1

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zur ***Betula pendula*-Gesellschaft** (s. Anhang VII)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

1 K: *Duchesnea indica* 1

2 1.B: *Salix ×dasyclados* +; S: *Salix ×capreola* r; K: *Agrimonia eupatoria* r, *Campanula rapunculus* +, *Crataegus persimilis* +, *Festuca pratensis* 1, *Ligustrum vulgare* +, *Salix ×capreola* r, *Salix ×dasyclados* r, *Vicia tetrasperma* 1

3 K: *Sorbus intermedia* +

4 K: *Carex pendula* r, *Lamium maculatum* +; M: *Amblystegium serpens* 1

6 2.B: *Prunus avium* +; S: *Ribes uva-crispa* 1; K: *Ajuga reptans* s.str. 2m, *Symphoricarpos albus* +

7 2.B: *Carpinus betulus* +, *Salix ×reichardtii* +; S: *Ribes alpinum* +

8 K: *Solanum nigrum* ssp. *nigrum* r

10 1.B: *Quercus petraea* +, *Robinia pseudoacacia* +, *Tilia cordata* +; S: *Quercus petraea* +

11 K: *Ajuga reptans* "Atropurpurea" +, *Equisetum arvense* r, *Lysimachia nummularia* +, *Mahonia aquifolium* r, *Potentilla reptans* +

13 S: *Rhamnus cathartica* +

14 K: *Epilobium ×interjectum* +

15 K: *Rumex acetosella* +, *Senecio jacobaea* r, *Solanum nigrum* ssp. *schultesii* +

16 S: *Rubus fruticosus* agg. +; K: *Alliaria petiolata* +, *Rubus winteri* +

18 S: *Ailanthus altissima* +, *Clematis vitalba* r, *Ligustrum vulgare* r, *Sambucus nigra* var. *laciniata* r; K: *Galeopsis tetrahit* +, *Hieracium sabaudum* agg. +, *Lactuca serriola* r, *Oenothera parviflora* agg. +; M: *Polytrichum piliferum* 2m

19 S: *Caragana arborescens* +, *Cotoneaster divaricatus* r

20 S: *Populus alba* +; K: *Arenaria serpyllifolia* +, *Hypericum ×desetangsii* r, *Inula conyzae* +, *Rumex crispus* r, *Saponaria officinalis* +

21 1.B: *Populus tremula* +; K: *Prunella vulgaris* +, *Ranunculus repens* r; F: *Cladonia coniocrea* 2m

22 1.B: *Populus maximowiczii*-Hybride +; K: *Cotoneaster divaricatus* r

23 S: *Alnus incana* +, *Rubus laciniatus* r

24 S: *Sorbus intermedia* r; K: *Alnus incana* +, *Solidago canadensis* r

27 K: *Cardamine hirsuta* +

29 K: *Rubus nemorosus* +, *Teucrium scorodonia* +, *Verbascum lychnitis* +; M: *Dicranum scoparium* 1

30 2.B: *Alnus glutinosa* +; K: *Fagus sylvatica* +; M: *Climacium dendroides* 1

31 S: *Frangula alnus* r

32 S: *Euonymus europaeus* r, *Salix ×reichardtii* r; K: *Corylus colurna* r, *Fallopia convolvulus* +, *Lysimachia vulgaris* r

33 S: *Juglans regia* r, *Ligustrum ovalifolium* r; K: *Brachypodium sylvaticum* +, *Epilobium hirsutum* +, *Epilobium lanceolatum* 1, *Impatiens parviflora* +, *Juglans regia* +, *Juncus tenuis* +, *Potentilla anserina* 1, *Viola reichenbachiana* agg. +

34 2.B: *Quercus robur* +, *Salix alba* +; S: *Rubus macrophyllus* +; K: *Rosa multiflora* r, *Taxus baccata* r

35 K: *Carex pilulifera* +

36 S: *Sambucus racemosa* r; K: *Rumex obtusifolius* r, *Veronica officinalis* 2m

37 K: *Cerastium tomentosum* +, *Echium vulgare* r, *Festuca rubra* ssp. *rubra* +, *Poa palustris* 1, *Trifolium repens* 1; M: *Calliergonella cuspidata* 2m

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Ergänzungen zum ***Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*** (s. Anhang VIII)

Außerdem je einmal in Spalten-Nr.:

1 K: *Ajuga reptans* "Atropurpurea" +; *Arabidopsis thaliana* +; *Digitalis purpurea* +; *Symphoricarpos albus* +

2 S: *Salix ×multinervis* r; M: *Campylopus introflexus* 1; *Dicranum scoparium* 1

3 2.B: *Malus domestica* +; K: *Alliaria petiolata* 1; *Cardamine hirsuta* +; *Lapsana communis* r; M: *Plagiomnium affine* 1

4 S: *Salix alba* r; K: *Epipactis helleborine* r

5 K: *Dryopteris borreri* r; *Hieracium laevigatum* r; *Ribes nigrum* +; M: *Ceratodon purpureus* 2m; *Polytrichum piliferum* 2m

6 K: *Bromus tectorum* +; *Carduus acanthoides* r; *Cotoneaster horizontalis* 1; *Sedum acre* +

7 K: *Rubus fruticosus* agg. +

8 2.B: *Fraxinus excelsior* 2a

10 2.B: *Prunus avium* +; S: *Quercus cerris* r; *Quercus petraea* r; K: *Alnus cordata* r; *Paeonia officinalis* s.l. r; *Trifolium repens* +; *Vicia hirsuta* r; M: *Rhytidiadelphus triquetrus* 1

11 1.B: *Alnus incana* 2a; K: *Acer ginnala* r; *Bryonia dioica* r; *Carex disticha* +; *Tilia ×europaea* "Pallida" r

14 K: *Castanea sativa* r

15 2.B: *Alnus cordata* +; *Alnus glutinosa* +; S: *Acer pseudoplatanus* "Purpureum" r; *Ribes sanguineum* r

16 1.B: *Salix alba* 2a; S: *Alnus cordata* r

18 S: *Malus toringo* r

19 1.B: *Acer campestre* +; *Acer platanoides* +; *Alnus glutinosa* +; *Prunus padus* +; *Sorbus aucuparia* 1; S: *Corylus maxima* r; *Lonicera periclymenum* r; *Philadelphus*-Hybride +; *Ribes uva-crispa* r; *Rubus fruticosus* agg. 2a; *Philadelphus*-Hybride r; *Phyllostachys aureosulcata* +

20 1.B: *Prunus avium* +; *Salix ×dasyclados* +; *Salix ×capreola* r; K: *Equisetum arvense* +; *Lotus corniculatus* var. *sativus* 1; *Pastinaca sativa* 1; M: *Eurhynchium praelongum* 2m

21 K: *Cirsium vulgare* r; *Galeopsis tetrahit* +; *Pyracantha coccinea* +

22 K: *Robinia pseudoacacia* +

23 K: *Alchemilla mollis* +; *Carex muricata* s.str. +; *Potentilla reptans* 1

24 K: *Agrimonia eupatoria* +; *Potentilla recta* 1; *Rhus hirta* +; *Syringa vulgaris* r

25 2.B: *Alnus incana* +; S: *Alnus incana* +; *Prunus cerasifera* +; K: *Carex remota* +; *Hedera helix* +

26 S: *Rosa rugosa* +; K: *Aesculus hippocastanum* +

27 1.B: *Populus balsamifera* agg. 2b; K: *Poa palustris* +

29 1.B: *Populus maximowiczii*-Hybride 2b; 2.B: *Sorbus intermedia* 2a; K: *Cerastium semidecandrum* 1; *Populus maximowiczii*-Hybride +; *Veronica arvensis* +

30 2.B: *Acer platanoides* +

31 K: *Epilobium ×interjectum* +; *Inula conyzae* r; *Rubus ×dumetorum* +; *Stachys sylvatica* +

33 K: *Oenothera parviflora* agg. r; *Poa annua* +

34 S: *Humulus lupulus* +; K: *Echium vulgare* +; *Epilobium lanceolatum* +; *Epilobium tetragonum* r; *Eupatorium cannabinum* 1; *Humulus lupulus* +; *Lamium argentatum* +

Anhang VI: Pflanzensoziologische Tabellen

Abkürzungen Ausgangssubstrat (Anhang IX u. X):

B	=	Berge (Silt- und Tonsteine, Tonschiefer)
Ba	=	Bauschutt
Bs	=	Basaltschotter
E	=	Eisenhüttenschlacken, Eisenhüttenbims
G	=	Granulat
K	=	Kokereischlacke, Kokereiablagerungen
Ks	=	Kalksteinschotter
Mu	=	Mutterboden
Pe	=	Pech
Zk	=	Ziegeleikalk

Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

			A			B							C	D											E							F		G		H		I	J	K
Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
lfd. Aufnahme-Nr.			112	2	21	118	192	121	117	129	193	11	53	65	51	66	52	10	50	248	170	111	132	279	48	247	145	146	303	304	30	120	230	64	33	200	202	122	259	235
Gesamtsippenzahl			13	28	35	31	20	10	36	26	35	39	28	10	23	8	30	34	26	25	34	14	27	42	16	21	11	15	15	15	28	24	49	13	22	36	15	21	22	33
Ausgangssubstrat			B	Ks	B	B	M	B	B	Ba, B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Bs	B	B	Ks, Ba	Ks	B	K	K, B	B	B	B	B	B	B	Ks	Gr	B	B	B, K	B
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)			5	6	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4,5	6	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4,5	4
Median von F:			6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Median von R:			5	7	7	7	5	6	7	5	5	7	7	6	5	5	5	7	5,5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5,5	5,5	5	4	5	5	5
Median von N:			7	5,5	5	7	7	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	7	6,5	6	7	6	6	6,5	6	7	7	7	7	6	7	7	6	6	5	6	5	7	6,5
Größe der Aufnahmefläche (in m²)			300	400	500	500	500	500	500	500	500	300	500	150	600	200	500	500	300	500	400	300	250	300	300	500	500	500	500	500	400	500	350	200	400	500	400	500	400	500
Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)			13	10	15	15	12	15	15	14	14	9	15	17	14	11	15	12	9	10	10	10	13	10	15	9	14	15	14	13	12	12	15	17	12	15	10	13	13	17
Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)			6	8	-	9	7	-	10	10	9	-	8	10	8	8	9	8	-	-	7	7	9	7	8	-	10	10	-	9	8	9	9	12	7	9	-	8	8	8
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)			3	4	3	6	3	6	5	5	5	3	6	3	4	3	6	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	6	3	5	4	3	5	6	4	4
Taxon	**S**																																							
Betula pendula	**V**	1.B	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	2b	5	4	3	5	3	2a	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	2a	3	4	4	2b	4
Betula pendula	**IV**	2.B	-	2b	-	-	-	-	2a	2a	2a	-	1	2a	3	2a	2a	4	-	-	-	1	+	3	2a	-	+	+	-	2a	+	-	2a	1	3	2b	-	2a	2a	2b
Betula pendula	**III**	S	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2a	-	2a	1	2b	2b	+	+	2b	-	2a	-	-	2a	-	+	+	-	-	1	+	+	-	-	1
Betula pendula (juv.)	**II**	K	+	+	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	+	-	-	-	-
Sonstige Bäume																																								
Acer pseudoplatanus	**I**	1.B	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2a	-	-
Acer pseudoplatanus	**II**	2.B	+	+	-	2a	+	-	+	-	2a	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2a	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	2a	+	-
Acer platanoides	**I**	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-
Acer platanoides	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alnus glutinosa	**I**	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	2a	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alnus incana	**I**	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2a	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carpinus betulus	**I**	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salix alba	**I**	1.B	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-
Acer pseudoplatanus "Pupureum"	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ailanthus altissima	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fraxinus excelsior	**I**	2.B	-	-	-	2a	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus maximowiczii-Hybride	**I**	2.B	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prunus serotina	**I**	2.B	-	2a	-	-	-	-	+	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula ×aurata	**I**	2.B	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	2a	-	-	-	-	-
Populus tremula	**I**	2.B	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Sorbus aucuparia	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Besonders bestandsbildende Arten																																								
Urtica dioica	**III**	K	+	+	+	4	4	3	2a	2a	2a	1	3	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	+	-	1	-	-	1	-	2a	-	-	-	1	+	2a	2b	-
Epilobium angustifolium	**III**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	3	5	3	2a	2a	2m	2m	2m	1	1	1	1	-	2m	-	-	-	1	1	-	1	+	-	2b	-	-	-	1
Rubus elegantispinosus	**II**	S	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	2a	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	4	2a	-	+	+	+	-	1	-	-	-	-	-	2a	-	-
Rubus elegantispinosus	**III**	K	-	-	r	-	-	-	-	1	-	r	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	+	-	-	-	5	5	5	5	2a	1	+	-	2a	-	-	-	-	1
Rubus armeniacus	**II**	S	+	r	-	+	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	3	+	-	-	-	-	-	-	+
Rubus armeniacus	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	+	-	-	2a	2a	-	-	+	-	2b	-	-	-	-	-	-	2b
Rubus corylifolius agg.	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	2b	+	2a	-	1	-
Solidago gigantea	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2b	-	-	+
Pteridium aquilinum	**I**	K	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	3	-	-
Rubus fruticosus agg.	**I**	K	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Rubus vinetorum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

Forts. Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
VC Sambuco racemosae-Salicion capreae																																								
Sorbus aucuparia	**III**	S	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	+	-	-	r	+	-	+	-	r	2a	-	-	r	r	-	-	-	-	+	2a	r	+	r	-
Sorbus aucuparia (juv.)	**II**	K	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	r	-	+	+	+	+	-	r	-	-	r	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+
Sambucus nigra	**III**	S	2a	2a	-	2b	-	4	2b	4	-	-	+	r	+	-	r	-	+	+	-	-	-	-	-	r	2a	+	-	r	-	2a	+	-	-	-	-	3	+	r
Sambucus nigra	**I**	K	1	-	-	1	-	1	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamno-Prunetea-Arten																																								
Betula ×aurata	**II**	S	-	2a	1	-	-	-	r	-	-	-	+	-	-	-	-	r	+	-	r	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	+	-	+
Betula ×aurata (juv.)	**I**	K	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crataegus monogyna s.l.	**II**	S	-	-	+	+	r	2a	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	r	-	+	r	-	-	-	+	-	-	r	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Crataegus monogyna s.l. (juv.)	**II**	K	-	+	2m	-	-	-	r	-	r	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	r	r	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	r	-	-	-	1
Cornus sanguinea	**II**	S	-	-	-	2a	-	-	2b	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2a	-	2a	+	2a
Cornus sanguinea	**II**	K	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	+	-	+	-	1
Rubus camptostachys	**II**	K	-	-	-	+	-	-	1	-	1	2a	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ribes rubrum	**I**	S	-	-	-	+	-	-	2a	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribes rubrum	**II**	K	+	-	-	+	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Rosa canina s.l.	**I**	S	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rosa canina s.l.	**II**	K	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	+	-	+	-	-	1	+	-	-	-
Rubus pyramidalis	**II**	K	+	-	+	-	-	r	-	-	-	+	-	-	1	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Amelanchier lamarckii	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-
Buddleya davidii	**I**	S	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r
Cornus sericea	**I**	S	-	-	-	+	-	-	2a	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	r
Cornus sericea	**I**	K	-	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Corylus avellana	**I**	S	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Corylus avellana	**I**	K	-	-	-	-	r	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	1	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Populus tremula	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-
Populus tremula (juv.)	**I**	K	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Rhus hirta	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus pyramidalis	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lonicera xylosteum	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2b	-	-	-	1
Lonicera xylosteum	**I**	K	-	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Rubus vestitus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-
Rubus gratus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2a	-	-	-
Rubus idaeus	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Rubus idaeus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Rubus macrophyllus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	+
Rosa rubiginosa	**I**	S	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
Rosa rubiginosa	**I**	K	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Aesculus hippocastanum	**I**	S	-	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clematis vitalba	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euonymus europaeus	**I**	K	-	-	r	-	+	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Ligustrum ovalifolium	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-

Forts. Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Querco-Fagetea-Arten																																								
Acer pseudoplatanus	**III**	S	r	-	-	+	-	-	-	+	2a	-	+	r	r	r	2a	+	-	-	r	+	-	-	+	2a	-	r	-	-	+	2a	+	-	-	-	-	2a	-	-
Acer pseudoplatanus (juv.)	**III**	K	r	1	-	+	+	-	+	2a	r	-	+	-	1	-	+	1	r	+	1	+	-	+	-	-	-	-	-	-	1	+	+	-	1	-	-	1	-	-
Quercus robur	**II**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	2a	-	-	+	-	r	+	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-
Quercus robur (juv.)	**II**	K	-	+	+	+	r	-	r	r	r	1	-	-	+	-	r	1	-	r	+	-	+	1	+	-	-	-	-	-	r	r	1	-	+	+	-	-	-	+
Acer campestre	**I**	S	-	-	-	r	-	-	r	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-
Acer campestre (juv.)	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	1	r	r	-	-	-	-	-	r	-	r	-	+	+	-	+	-	-
Prunus avium	**I**	S	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	+	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	r	-
Prunus avium (juv.)	**II**	K	-	r	+	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-
Fraxinus excelsior	**I**	S	-	-	-	2a	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fraxinus excelsior (juv.)	**II**	K	-	-	r	+	-	-	-	-	+	-	r	-	+	-	-	-	-	-	+	-	2m	+	-	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	+	+	-
Circaea lutetiana	**II**	K	2m	-	-	2a	+	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	r	1	+	-	-	-	1	-	-
Dryopteris filix-mas	**II**	K	-	-	-	-	+	+	+	-	1	-	+	-	r	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	+	-	-	r	r	-	+	-	-
Prunus serotina	**I**	S	-	-	r	+	-	-	-	-	2a	-	r	-	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prunus serotina (juv.)	**I**	K	-	-	1	-	-	-	-	-	r	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acer platanoides	**I**	S	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-
Acer platanoides (juv.)	**I**	K	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	1	-	-	-	-	-
Acer pseudoplatanus "Purpureum"	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carpinus betulus	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carpinus betulus (juv.)	**I**	K	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Ilex aquifolium	**I**	S	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex aquifolium (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Prunus padus	**I**	S	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Quercus rubra	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
Quercus rubra (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	r	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r
Tilia cordata	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Tilia cordata (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Poa nemoralis	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2m	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	+	-	-	-	1	-
Epipactis helleborine	**I**	K	-	-	1	-	-	-	r	-	-	-	+	-	1	-	1	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scrophularia nodosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	r	-
Athyrium filix-femina	**I**	K	+	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia flexuosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopteris carthusiana	**I**	K	-	-	-	-	r	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hieracium lachenalii	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribes uva-crispa	**I**	K	-	r	-	+	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopteris dilatata	**I**	K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Alnetea-Arten																																								
Alnus glutinosa	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Humulus lupulus	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-
Humulus lupulus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Solanum dulcamara	**I**	K	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salicetea purpureae-Arten																																								
Populus maximowiczii-Hybride	**I**	S	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Forts. Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Molinio-Arrhenatheretea-Arten																																								
Holcus lanatus	**II**	K	-	+	1	-	2a	r	-	-	1	1	1	-	-	-	+	1	+	+	+	-	+	-	r	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
Agrostis capillaris	**II**	K	-	-	2a	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2a	2a	1	+	-	+	-	-	-	-
Cerastium holosteoides var. *vulgare*	**II**	K	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	+	-	-	-	r	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Arrhenatherum elatius	**I**	K	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+
Dactylis glomerata	**I**	K	-	-	2b	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poa pratensis s.str.	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	+	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poa trivialis	**I**	K	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Veronica serpyllifolia	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Juncus effusus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	**I**	K	-	r	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia cespitosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Luzula multiflora	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
Epilobietea-Arten																																								
Fragaria vesca	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	2m
Calamagrostis epigejos	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	2b	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Carex leporina	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	r
Carex spicata	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Epilobium montanum	**I**	K	-	-	-	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	+
Galio-Urticetea-Arten																																								
Geum urbanum	**II**	K	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	1	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	+	-
Galium aparine	**II**	K	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Epilobium ciliatum	**II**	K	-	-	-	-	1	-	+	+	-	-	1	1	+	-	-	-	1	+	r	-	-	1	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-
Glechoma hederacea	**I**	K	-	-	-	1	-	-	2m	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	1	-
Geranium robertianum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Epilobium tetragonum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Artemisietea-Arten																																								
Hypericum perforatum	**II**	K	-	+	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	1	+	-	-	-	-	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Senecio inaequidens	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cirsium arvense	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirsium vulgare	**I**	K	-	r	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epilobium parviflorum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r
Oenothera issleri	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Linaria vulgaris	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Verbascum thapsus	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Chenopodietea-Arten																																								
Poa annua	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Stellaria media	**I**	K	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-
Sonchus asper	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agropyretea intermedii-repentis-Arten																																								
Poa angustifolia	**I**	K	-	+	1	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poa compressa	**I**	K	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Forts. Anhang VII: Pflanzensoziologische Übersicht über die *Betula pendula*-Gesellschaft

Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Niedere Pflanzen (Moose u. Flechten)																																								
Brachythecium rutabulum	**V**	M	-	2b	2m	2b	2a	2a	2a	3	2b	2a	2a	4	2a	2m	3	2a	2b	2a	2a	2a	2m	2a	1	2a	2a	2a	2a	2m	2a	2a	2a	3	2m	2b	2a	2a	2a	2a
Atrichum undulatum	**III**	M	2a	-	-	2m	2m	-	2m	2m	2a	-	2m	-	2m	-	2m	-	2m	2m	1	-	1	-	1	2m	-	-	-	-	-	2m	2m	3	-	2m	2b	2m	-	2m
Polytrichum formosum	**II**	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	2m	-	1	2m	-	-	2a	1	-	2a	-	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scleropodium purum	**I**	M	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	2a	-	-	-	-
Eurhynchium praelongum	**I**	M	2m	-	-	-	2m	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhytidiadelphus squarrosus	**I**	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	1	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campylopus introflexus	**I**	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypnum cupressiforme	**I**	M	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia humilis	**I**	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A = typische Variante
B = Variante von *Urtica dioica*
C = Variante mit *Urtica dioica* und *Epilobium angustifolium*
D = Variante mit *Epilobium angustifolium*
E = Variante mit *Rubus elegantispinosus*
F = Variante mit *Rubus armeniacus*

G = Variante mit *Rubus corylifolius* agg.
H = Variante mit *Solidago gigantea*
I = Variante mit *Pteridium aquilinum*
J = Variante mit *Rubus fruticosus* agg.
K = Variante mit *Rubus vinetorum*

Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

			A																	B																
Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**
lfd. Aufnahme-Nr.			155	219	26	161	215	7	210	133	166	162	95	158	216	229	167	163	164	96	46	92	97	98	103	106	109	131	157	171	173	174	218	222	223	280
Gesamtsippenzahl			50	25	38	29	37	38	42	36	23	40	54	29	40	29	31	29	17	50	41	41	43	52	27	47	55	37	27	32	47	37	39	32	35	44
Ausgangssubstrat			E, Ba	Ba	B	E, Ba	Ba	E	E, B	B	E	E, Ba	B	Ba	Ks	E, Ba	E, Ba	E, Ba	E, Ba	B	Ks	B	B	K	Ba	Ks	B	B	E	Bs	Bs	Bs	Ba	K	K	Ks
pH-Wert (in 5 cm Tiefe)			7	6	5	5	6	6	5	5	7	5	4	6	5	7	7	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	4,5
Median von F:			5	5	4,5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	5	5	5	5	4,5	5	5	5	5	5	5,5	5	5	5	4,5	5	4,5	5	5	5	5	4,5
Median von R:			6,5	6	5	5	6	7	5	4,5	6	5	7	5	5	6,5	6,5	4,5	5	7	6	7	7	7	5,5	4,5	5,5	5	5	4,5	5	4,5	5	5	4,5	4,5
Median von N:			5	5	6	6	5,5	5	6	5	5	5	6	5,5	5,5	5	5	5	5,5	5	6	6	6	5,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Größe der Aufnahmefläche (in m²)			500	500	300	300	400	500	500	300	500	500	500	500	300	300	500	500	500	500	500	500	500	500	300	500	400	300	500	300	300	300	400	300	300	250
Max. Höhe der 1. Baumschicht (in m)			12	15	10	12	15	8	13	13	13	13	12	11	12	15	14	12	15	12	8	9	15	13	12	13	12	13	11	11	12	10	12	13	15	12
Max. Höhe der 2. Baumschicht (in m)			8	9	7	8	9	-	8	9	8	8	8	9	8	10	9	7	9	8	-	-	9	8	9	8	8	7	9	8	7	7	7	8	9	9
Max. Höhe der Strauchschicht (in m)			4	5	4	4	5	4	3	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	6	4	3	6	6	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	6	4
Taxon	**S**																																			
AC *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*																																				
Hieracium piloselloides agg.	**V**	K	+	1	r	2m	2m	+	1	2m	+	2m	+	+	1	1	+	2m	+	+	1	2m	1	r	1	1	+	+	+	1	1	+	2m	r	1	1
CAV *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*																																				
Betula pendula	**V**	1.B	2b	2a	2b	4	3	5	3	2b	4	4	2b	2b	3	3	3	4	4	2b	4	4	3	2b	2a	3	4	3	2a	4	3	2b	2b	3	3	2b
Betula pendula	**V**	2.B	3	4	2b	2b	2	-	3	2a	+	2b	3	4	2b	4	2a	2b	2b	3	-	-	3	3	4	3	2a	+	4	+	2a	-	3	2a	2a	2b
Betula pendula	**V**	S	2a	1	-	2a	+	3	2b	-	-	2a	1	2a	2a	2a	+	1	1	2a	1	+	2a	2a	1	-	+	2a	2b	-	+	+	2a	2a	2a	2b
Betula pendula (juv.)	**III**	K	+	-	-	+	+	1	-	-	+	1	-	-	1	-	-	1	+	-	-	1	+	-	1	+	+	-	-	-	-	-	+	1	-	-
Salix caprea	**II**	1.B	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	+	-	-	3	-	-	-	-	2a	2a	-	+	-	2a	-	-	-	-
Salix caprea	**IV**	2.B	-	-	+	2a	3	-	3	-	+	2a	r	2a	-	-	2a	+	2a	2a	-	-	2b	2a	2a	+	+	-	r	-	-	3	-	2a	2a	2a
Salix caprea	**III**	S	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	r	-	+	+	+	r	-	+	2a	-	+	+	+	-	-	-	-	-	r	r	r	-
Salix caprea (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus robur	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-
Quercus robur	**III**	S	-	-	r	r	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	1	+	+	+	r	-	+	-	+	-	-	-	-	+	2b	-	-	+	r
Quercus robur (juv.)	**V**	K	2m	-	+	+	1	1	r	1	r	1	1	1	+	+	r	-	+	1	+	2m	2m	1	1	1	1	1	1	-	1	-	+	1	+	1
Crataegus monogyna s.l.	**II**	S	-	r	+	r	+	-	-	+	-	2a	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	r	-	+	+	+	-	-	-	-
Crataegus monogyna s.l. (juv.)	**V**	K	1	r	+	1	1	-	+	+	+	1	+	1	1	+	-	1	+	+	-	2m	1	+	+	+	1	r	1	1	+	1	+	+	+	+
Calamagrostis epigejos	**II**	K	-	-	-	2m	-	-	-	+	-	1	-	+	+	-	-	+	-	+	-	1	+	-	-	1	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Brachythecium rutabulum	**V**	M	2a	5	2b	2m	3	2a	2a	2m	2b	2a	2m	3	4	2a	2b	2m	2a	2a	1	2m	2a	2a	-	2a	2b	2m	2b	2m	2b	2a	2a	4	3	2m
Populus tremula	**I**	1.B	2a	2a	3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus tremula	**I**	2.B	2a	+	-	2a	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus tremula	**III**	S	2a	+	r	2a	1	r	+	1	1	+	+	+	+	r	+	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus tremula (juv.)	**III**	K	1	1	+	2m	1	1	+	1	1	1	+	+	+	r	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KC Rhamno-Prunetea																																				
Cornus sanguinea	**III**	S	-	+	2a	-	-	-	r	2a	-	-	-	-	r	-	2a	-	r	-	-	2a	-	+	-	+	2a	-	-	2a	r	2a	-	-	2a	r
Cornus sanguinea	**III**	K	-	+	-	-	+	-	r	+	-	-	+	-	+	r	-	-	-	r	-	2m	-	-	-	+	1	+	-	1	+	1	-	-	-	+
Rosa canina s.l.	**II**	S	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	2a	-	-	-	r	r	-	-	-	-
Rosa canina s.l.	**III**	K	-	-	r	1	+	+	r	-	-	1	+	-	+	r	-	+	-	+	-	1	1	1	-	+	1	-	-	-	1	-	+	r	-	-
Rubus camptostachys	**III**	K	-	-	-	+	+	-	1	-	-	1	2a	+	-	+	+	+	-	2a	-	2a	2a	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Rubus elegantispinosus	**III**	K	+	-	-	-	+	-	1	-	1	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	1	-	+	+	+	-	-	2a	+	+	-
Corylus avellana	**II**	S	r	-	-	-	+	-	+	2b	-	r	-	-	-	-	2a	-	-	+	+	-	r	+	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	r
Corylus avellana	**II**	K	+	-	-	-	+	-	r	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	+	r
Rosa rubiginosa	**II**	S	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	r	+
Rosa rubiginosa	**II**	K	r	r	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	r	-	+
Rubus corylifolius agg.	**II**	K	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	r	-	2a	1	1	-	-	-	-
Sambucus nigra	**I**	S	-	-	r	-	-	-	2a	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clematis vitalba	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clematis vitalba	**I**	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus pyramidalis	**I**	K	+	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Forts. Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

Spalten-Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
KC Rhamno-Prunetea																																				
Rubus vestitus	I	K	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	1	1	-
Rhamnus cathartica	I	S	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnus cathartica	I	K	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Euonymus europaeus	I	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Weitere Rhamno-Prunetea-Arten																																				
Betula ×aurata	I	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2a	-	-	-	-	-	-
Betula ×aurata	IV	S	-	+	-	r	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	2a	1	1	+	-	+	+	-	r	1	+	-	2a	+	-	+	-	+	-	r
Betula ×aurata (juv.)	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	r	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Sorbus aucuparia	I	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Sorbus aucuparia	II	S	r	-	-	-	r	-	-	r	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	r	-	-	2a	+	-	-	-	-
Sorbus aucuparia (juv.)	IV	K	1	-	-	+	+	+	-	+	-	+	1	+	+	-	-	r	-	+	+	-	+	+	-	+	+	r	-	1	1	1	-	+	+	+
Buddleya davidii	II	S	2a	-	-	2a	-	+	-	-	2a	2a	+	-	-	-	+	r	r	-	-	2a	-	-	-	2a	-	-	2b	-	-	-	r	-	-	-
Buddleya davidii	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lonicera xylosteum	II	S	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	r	+	2b
Lonicera xylosteum	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	2a
Cornus sericea	I	S	-	r	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-
Cornus sericea	II	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	r	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	2b	-	r	-	-
Rubus armeniacus	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	1	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Rubus armeniacus	II	K	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	2a	-	-	+
Cotoneaster divaricatus	I	S	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Cotoneaster divaricatus	II	K	+	-	-	+	1	+	r	-	-	r	-	-	r	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	r	+	+	-
Ligustrum vulgare	I	S	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ligustrum vulgare	II	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	r	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cotoneaster rehderi	I	S	-	-	-	r	r	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	r	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cotoneaster rehderi	I	K	1	-	-	+	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Amelanchier lamarckii	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	r	r	-	-	-	-
Amelanchier lamarckii	I	K	r	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crataegus ×persimilis	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crataegus ×persimilis	I	K	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbus intermedia	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	r	2a	-	-	-	-
Sorbus intermedia (juv.)	I	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-
Rhus hirta	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prunus cerasus	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Malus domestica	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyracantha coccinea	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribes rubrum	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribes rubrum	I	K	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	r	-
Salix ×reichardtii	I	S	r	-	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viburnum lantana	I	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viburnum lantana	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viburnum opulus	I	S	-	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
Viburnum opulus	I	K	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Cotoneaster dielsianus	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ligustrum ovalifolium	I	K	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Lonicera ledebourii	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Mahonia aquifolium	I	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Forts. Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

Spalten-Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Begleiter Baumschicht																																				
Populus nigra cv. Italica-Hybride	**I**	1.B	2a	-	-	2a	-	+	-	+	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus nigra cv. Italica-Hybride	**I**	2.B	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus maximowiczii-Hybride	**I**	1.B	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	-	-	-	-	-	-	-
Robinia pseudoacacia	**I**	1.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Robinia pseudoacacia	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-
Salix alba	**I**	2.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Begleiter Strauchschicht																																				
Fallopia japonica	**I**	S	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	2a	-
Pinus sylvestris	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
Populus maximowiczii-Hybride	**I**	S	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-
Populus nigra cv. Italica-Hybride	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Robinia pseudoacacia	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilia ×europaea "Pallida"	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Querco-Fagetea-Arten																																				
Fraxinus excelsior	**III**	S	r	-	r	-	r	-	r	1	-	-	+	-	+	+	+	r	-	r	-	+	-	+	-	r	r	+	-	-	-	r	-	1	1	r
Fraxinus excelsior (juv.)	**IV**	K	+	-	-	+	+	r	+	2m	-	+	+	1	2a	-	-	r	r	+	-	1	+	+	2a	+	+	2a	2b	+	+	+	-	1	1	-
Acer campestre	**II**	S	-	-	-	-	r	-	r	+	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	-	r	-	-
Acer campestre (juv.)	**IV**	K	r	r	-	r	+	1	+	+	-	r	+	-	1	+	-	-	-	1	+	+	+	+	1	r	1	1	+	r	+	+	1	1	1	-
Acer platanoides	**II**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	r	+	-	1	+	r	-	-	-	-	-	r	-	-
Acer platanoides (juv.)	**III**	K	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	r	2a	1	+	r	-	+	+	-	-	r	+
Carpinus betulus	**II**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	+	r	-	+	-	-	r	+	-	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
Carpinus betulus (juv.)	**III**	K	1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	r	+	-	-	r	-	+	+	+	1	1	-	+	+	-	r	r	r	r	r	+	+	-
Quercus rubra	**II**	S	r	-	-	-	r	-	-	-	+	-	r	-	-	-	r	+	+	-	-	r	+	+	-	+	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-
Quercus rubra (juv.)	**III**	K	-	-	-	+	-	-	-	+	r	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	r	+	-	+	-	1	+	+	-	-	-	-
Acer pseudoplatanus	**II**	S	+	+	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	r	+	+	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-
Acer pseudoplatanus (juv.)	**II**	K	+	1	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	r	r	-	+	+	-	-	r	-	+
Prunus avium	**II**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	+	-	-	-	r	-	-	-	+	r	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-
Prunus avium (juv.)	**II**	K	r	-	r	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	1	1	-	+	1	+	-	1	+	+	-	-	-	-
Prunus padus	**I**	S	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	2a	-	-	-	2a	2a	-	-	-	-
Prunus padus (juv.)	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	+	-	-	1	-	-	r	+	+	-	-	-	-
Prunus serotina	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	+	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
Prunus serotina (juv.)	**II**	K	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	1	-	-	+	-	r	-	-	1	-	-	-	+
Poa nemoralis	**II**	K	-	+	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2b	2a	1	-	+	+	1	-	-	-	1
Hieracium lachenalii	**II**	K	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	1
Hieracium sabaudum agg.	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	r	-	-	1	r	-	-	+	-	-	+	1	-	r	-	r	-
Fagus sylvatica	**I**	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Fagus sylvatica (juv.)	**I**	K	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	r	-	-	-	-	-	r	r	+	-	-	-	-
Deschampsia flexuosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-
Dryopteris filix-mas	**I**	K	-	-	1	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Quercus cerris (juv.)	**I**	K	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juglans regia (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	r	-	-
Taxus baccata (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Ribes uva-crispa	**I**	K	r	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r
Scrophularia nodosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex aquifolium (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mycelis muralis	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	-
Tilia cordata (juv.)	**I**	K	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-

Forts. Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

Spalten-Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Molinio-Arrhenatheretea-Arten																																				
Taraxacum Sekt. *Ruderalia*	**III**	K	+	-	-	r	-	r	-	-	r	r	+	+	r	-	+	r	-	+	-	-	-	+	-	+	r	r	+	-	+	-	-	-	+	r
Arrhenatherum elatius	**II**	K	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	-	-	+	-	-	+	-	+	-	r	-	1
Holcus lanatus	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	1	+	1	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Dactylis glomerata	**II**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Festuca pratensis	**I**	K	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	2m	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-
Poa pratensis s.str.	**I**	K	1	-	1	-	-	-	2a	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Achillea millefolium	**I**	K	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agrostis capillaris	**I**	K	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerastium holosteoides var. *vulgare*	**I**	K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-
Deschampsia cespitosa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Prunella vulgaris	**I**	K	+	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	-	-	-
Veronica serpyllifolia	**I**	K	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Hypericum ×desetangsii	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Artemisietea-Arten																																				
Hypericum perforatum	**IV**	K	1	r	1	1	1	+	+	+	-	1	1	r	+	-	-	-	-	+	+	1	-	+	+	+	r	+	-	-	1	+	1	1	+	+
Solidago gigantea	**II**	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	1	1	1	+	-	-	1	+	-	-	-	-	1
Solidago canadensis	**I**	K	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Senecio inaequidens	**I**	K	+	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Epilobium parviflorum	**I**	K	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Saponaria officinalis	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Linaria vulgaris	**I**	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Oenothera issleri	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cirsium arvense	**I**	K	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Senecio jacobaea	**I**	K	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Verbascum lychnitis	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Verbascum ×incanum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Daucus carota	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galio-Urticetea-Arten																																				
Epilobium ciliatum	**II**	K	-	-	1	r	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	1	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Geranium robertianum	**II**	K	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	1	r	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Geum urbanum	**II**	K	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	+	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	1	-	-	-
Urtica dioica var. *dioica*	**I**	K	+	-	1	-	-	-	2a	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galium aparine	**I**	K	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Epilobietea-Arten																																				
Epilobium angustifolium	**IV**	K	+	1	1	1	-	-	2m	1	-	1	+	+	+	-	+	1	-	1	+	+	1	1	-	+	1	2a	-	-	-	-	1	-	1	1
Fragaria vesca	**II**	K	-	2m	-	-	+	-	2a	1	1	-	-	-	2a	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2b	2m	1	1
Epilobium montanum	**I**	K	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	r	+	-	-	-	-
Carex spicata	**I**	K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agropyretea intermedii-repentis-Arten																																				
Poa angustifolia	**III**	K	+	-	-	-	-	+	2m	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2a	1	2m	2m	2m	-	1	1	-	1	-	2m	2a	-
Poa compressa	**I**	K	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	1	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agrostietea stoloniferae-Arten																																				
Carex hirta	**I**	K	-	-	2m	-	-	-	2a	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1	-	2a	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agrostis stolonifera	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	2a	2a	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Begleiter Krautschicht																																				
Hieracium aurantiacum	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vicia tetrasperma	**I**	K	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Cardaminopsis arenosa	**I**	K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenaria serpyllifolia	**I**	K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Fragaria ×ananassa	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solanum dulcamara	**I**	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-

Forts. Anhang VIII: Pflanzensoziologische Übersicht über das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae*

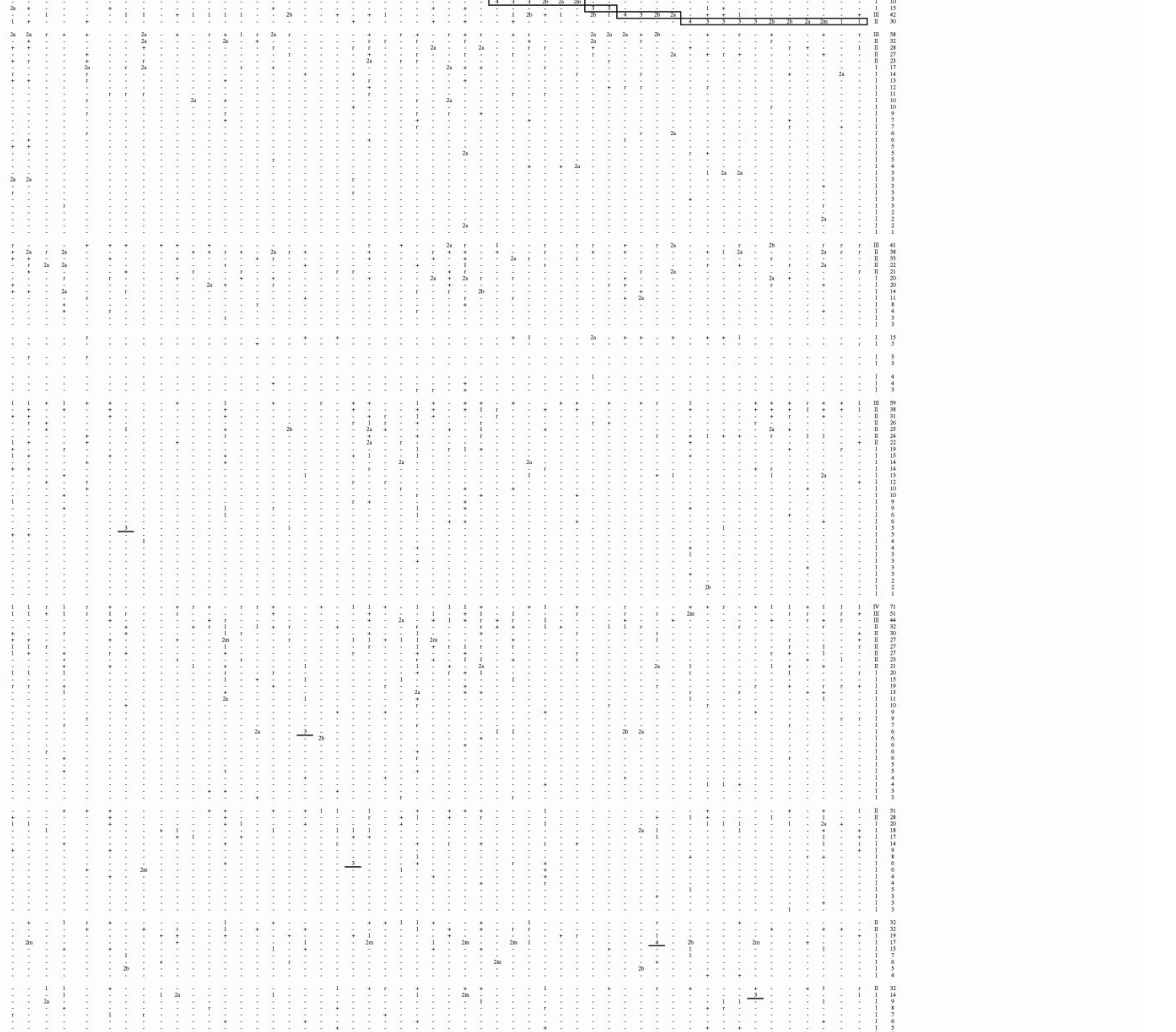
Spalten-Nr.			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**
Niedere Pflanzen (Moose u. Flechten)																																				
Scleropodium purum	**II**	M	-	2m	2m	-	-	-	2b	2m	2a	-	-	2m	-	2m	-	-	-	-	-	2m	-	-	2a	-	2m	-	-	2a	2m	-	2m	-	-	2m
Atrichum undulatum	**II**	M	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2m	1	-	-	-	1	2m	-	2m	2m
Hypnum cupressiforme	**I**	M	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	2m	-	-
Polytrichum formosum	**I**	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	3	-	-	2m	-	-	-	-	2m
Rhytidiadelphus squarrosus	**I**	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	2m	-	-	2a	-	-	-	-	-	-
Thuidium tamariscinum	**I**	M	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia humilis	**I**	F	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m

A = Variante mit *Populus tremula*
B = Variante ohne *Populus tremula*

Abkürzungen Ausgangssubstrat:
B = Berge
Ba = Bauschutt
Bs = Basaltschotter
K = Kokereigrus
Ks = Kalkschotter
E = Eisenhüttenschlacken

Vegetationsschichten:
1.B = 1. Baumschicht
2.B = 2. Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht
F = Flechtenschicht

[illegible]	I	20
[illegible]	I	16
[illegible]	I	15
[illegible]	I	14
[illegible]	I	13
[illegible]	I	12
[illegible]	I	11
[illegible]	I	11
[illegible]	I	11
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	I	8
[illegible]	I	7
[illegible]	I	7
[illegible]	I	6
[illegible]	I	5
[illegible]	I	4
[illegible]	I	4
[illegible]	I	4
[illegible]	I	4
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	III	66
[illegible]	III	66
[illegible]	II	34
[illegible]	II	30
[illegible]	II	27
[illegible]	I	18
[illegible]	I	17
[illegible]	I	17
[illegible]	I	16
[illegible]	I	14
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	19
[illegible]	I	6
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	III	61
[illegible]	II	37
[illegible]	II	25
[illegible]	I	23
[illegible]	I	18
[illegible]	I	16
[illegible]	I	15
[illegible]	I	14
[illegible]	I	14
[illegible]	I	13
[illegible]	I	11
[illegible]	I	11
[illegible]	I	10
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	I	8
[illegible]	I	6
[illegible]	I	6
[illegible]	I	6
[illegible]	I	5
[illegible]	I	5
[illegible]	I	5
[illegible]	I	5
[illegible]	I	4
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	V	105
[illegible]	IV	84
[illegible]	III	63
[illegible]	II	44
[illegible]	II	42
[illegible]	II	40
[illegible]	II	40
[illegible]	II	36
[illegible]	II	35
[illegible]	II	33
[illegible]	II	27
[illegible]	I	23
[illegible]	I	23
[illegible]	I	22
[illegible]	I	13
[illegible]	I	10
[illegible]	I	10
[illegible]	I	9
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	I	8
[illegible]	I	8
[illegible]	I	7
[illegible]	I	6
[illegible]	I	6
[illegible]	I	6
[illegible]	I	5
[illegible]	I	5
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	15
[illegible]	I	7
[illegible]	I	4
[illegible]	III	58
[illegible]	II	42
[illegible]	II	40
[illegible]	II	26
[illegible]	II	25
[illegible]	I	23
[illegible]	I	11
[illegible]	I	10
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	II	49
[illegible]	II	39
[illegible]	I	23
[illegible]	I	17
[illegible]	I	10
[illegible]	I	8
[illegible]	I	7
[illegible]	I	5
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	I	3
[illegible]	II	43
[illegible]	I	21
[illegible]	I	12
[illegible]	I	10
[illegible]	I	10
[illegible]	I	9
[illegible]	I	8
[illegible]	I	8
[illegible]	I	7
[illegible]	I	6
[illegible]	I	6
[illegible]	I	4
[illegible]	I	3
[illegible]	II	37
[illegible]	II	34
[illegible]	I	5
[illegible]	II	32
[illegible]	I	5



Schriftliche Versicherung nach § 8 Abs. 3 Promotionsordnung:

Hiermit versichere ich, dass die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht wurden [gemäss § 8 Abs. 3 Promotionsordnung Geographie vom 11.09.1995]. Des Weiteren stammt das gesamte in der vorliegenden Arbeit verwendete Fotomaterial vom Verfasser, so dass eine Verletzung von Urheberrechten ausgeschlossen werden kann.

Dortmund, den 12.01.2012

Peter Gausmann

Peter Gausmann